

22 März 1944

132/A 109/44, 227/44



# Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung  
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland

Im Auftrage des

Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Ministeriums  
für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung.

Neue Folge. Achtzehnter Band.

Abteilung Kiel.

~~~~~  
Mit 9 Tafeln und 4 Karten. ~~~~~

Kiel und Leipzig.  
Verlag von Lipsius & Tischer.  
1916—1920.



Ueber das Plankton der Kieler Förde  
im Jahre 1912|13.

---

Von

**Werner Busch.**

I. Teil.

Mit einem Vorwort von K. Brandt.

---







## Vorwort

zu der Arbeit von W. Busch über das Plankton der Kieler Förde im Jahre 1912/13

von K. Brandt.

Herr cand. med. W. Busch hatte im Biologischen Meereslaboratorium das Manuskript seiner Arbeit, soweit es nachstehend abgedruckt ist, vollendet, als der Krieg ausbrach. Er trat als Unterarzt in das Heer ein und hatte erst im Dezember 1915 während eines kurzen Urlaubs Gelegenheit nach Kiel zu kommen und mir die Arbeit mit der Bitte um Abdruck in den „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen“ zu übergeben. Diesem Wunsche entspreche ich gern, wenn ich mich auch den Schlüssen des Verfassers nicht in allen Fällen anschließen kann. Die Arbeit bildet wegen der Sorgfalt, mit der die Untersuchungen durchgeführt sind, einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis des Planktons in der Kieler Förde und seiner Abhängigkeit von den hydrographischen Verhältnissen. Wenn die Literatur nicht in vollem Umfange berücksichtigt ist, so hängt das damit zusammen, daß der wieder im Felde stehende Verfasser eine Bearbeitung jetzt nicht vornehmen kann. Die hieraus sich ergebenden Ergänzungen sollen zusammen mit dem zweiten Teil, der die Tiere betrifft, nach Beendigung des Krieges folgen.

Die Arbeit ist in der Weise entstanden, daß ich die beiden im Oktober 1911 neu angestellten Assistenten für Plankton, Dr. Karl Müller und stud. rer. nat. Alfred Wulff, vom Frühjahr 1912 an in etwa dreiwöchigen Abständen Motorbootfahrten nach Lohmanns sogen. Laboe-Station ausführen ließ, behufs planmäßiger quantitativer Untersuchungen des Planktons in der Kieler Förde. Diese Untersuchungen mußten des Krieges wegen vorläufig abgebrochen werden; sie haben also nur  $2\frac{1}{4}$  Jahre gedauert. In erster Linie kam es mir darauf an, Herrn Wulff und mehreren Zoologen, die in das Kleinplankton sich einarbeiteten, lebendes Material zu beschaffen und dabei möglichst vollständige Serien von quantitativ brauchbaren Fängen und Proben in der Förde zu gewinnen.

Die Arbeitsteilung zwischen den beiden neuen Planktologen des Laboratoriums hatte in der Weise stattgefunden, daß Herr Dr. Müller sich hauptsächlich in die weiter vervollkommenen Methoden von Hensen zur quantitativen Untersuchung des Planktons und die treibenden Fischeier eingearbeitet hatte, Herr Wulff dagegen vorzugsweise die ergänzenden Verfahren, die Lohmann zur näheren Ermittlung des Netzverlustes aufgestellt hat, sich vertraut gemacht hatte. Beide Verfahren wurden parallel und unter Kombination mit hydrographischen Feststellungen angewandt.

Im März und April 1912 hatte ich für je einige Tage den „Poseidon“ zur Verfügung, so daß Dr. Müller bald Gelegenheit fand, sich mit den treibenden Fischeiern intensiv zu beschäf-



tigen und eine Untersuchungsserie über das quantitative Vorkommen von Sprotteiern in der westlichen Ostsee (Beltsee) in Angriff zu nehmen. Leider wurde der „Poseidon“ vom Mai 1912 anders, als vorher in Aussicht gestellt, gebraucht, so daß ich mich darauf beschränken mußte, auf neun halbtägigen Fahrten mit dem kleinen Hafendampfer „Frida“ Fischeier, Plankton und hydrographische Verhältnisse an drei bestimmten Stellen der Kieler Bucht während einer Laichperiode zu untersuchen. Auf sechs dieser Fahrten wurde die sogen. Laboe-Station aufgesucht, bei sechs Fahrten wurden die notwendigen Arbeiten an der Station O. 1 der Terminfahrten (bei Gabelsflach) gemacht und bei allen neun Fahrten die 20 m tiefe Stelle bei der Heulboje (Boje A bei Bülk), die ich bei meinen früheren Fahrten (September 1888 bis September 1893) als Hauptziel gewählt hatte, vom verankerten Schiff aus untersucht.

Bezüglich der Fischeieruntersuchungen im März und April 1912 möchte ich an dieser Stelle nur ein Ergebnis anführen, das eine sehr auffallende und mit den früheren Untersuchungen von Hensen in Widerspruch stehende Angabe von Apstein berichtigt. Apstein<sup>1)</sup> hatte gefunden, daß von den Fischeiern, die er mit Hensens Eiernetz in der Beltsee während der „Poseidon“-Fahrten des Winters 1908/9 quantitativ gefischt hatte, etwa 20–30 % tot waren. Heinen, den ich für den Winter 1910/11 mit der Fortsetzung der Untersuchungen von Apstein beauftragt hatte, war zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt.<sup>2)</sup> Im Winter 1908/9 waren nach Apstein in Vertikalfängen von Eiern der Scholle 35, des Dorsches 11,3, des Sprottes 31,7 % tot. Im Winter 1910/11 konstatierte in demselben Untersuchungsgebiet Heinen im Eiernetze an toten Eiern von der Scholle 30, vom Dorsch 16 und vom Sprott 26 % der Eier. Beide Forscher nahmen an, daß die Eier schon vor dem Fange abgestorben waren, und zwar vermutlich deshalb, weil sie nicht befruchtet gewesen seien.

Die Nachprüfung auf den Fahrten im März und April 1912 in demselben Gebiet ergab, daß der Befund von Apstein und Heinen auf einem Irrtum beruhen wird, der wohl durch Absterben der Eier während der langwierigen Untersuchung herbeigeführt ist, denn als nicht ein Untersucher, sondern drei (Prof. Reibisch, Dr. Glaue und Dr. Müller) das gefangene Material gleichzeitig unter schonungsvoller Behandlung frisch untersuchten, waren in sämtlichen Fängen der Beltsee die Eier alle oder doch fast alle lebend. Der Befund war derselbe wie bei Hensens früheren Untersuchungen in der Kieler Bucht.

Herr Dr. Müller wurde weiterhin so durch die Untersuchung der Fischeier und des auf „Poseidon“-Fahrten gewonnenen Nordseeplanktons in Anspruch genommen, daß Herr Busch die Untersuchungen des Kieler Planktons, soweit es mit Netzen fangbar ist, vom Mai 1912 an übernahm. Er wurde von Dr. Müller in die Kenntnis des Planktons eingeführt und machte den größten Teil der Fänge selbst mit Herrn Wulff zusammen.

Von dem Material hat Herr Busch bisher nur das Plankton der Laboe-Station vom 1. März 1912 bis 10. Mai 1913 bearbeitet. Die ergänzenden Fänge an der Heulboje und bei Gabelsflach aus dieser Zeit und die später ausgeführten Fänge desselben Gebietes werden später,

<sup>1)</sup> Apstein, Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee und den angrenzenden Meeresteilen 1908–09. Wiss. Meeresunt. Kiel. 13. Bd. 1911.

<sup>2)</sup> Heinen, Die planktonischen Fischeier und Larven der Ostsee. Wiss. Meeresunt. Kiel. 14. Bd. 1912.



voraussichtlich zusammen mit den Untersuchungsergebnissen über das Kleinplankton, veröffentlicht werden.

In der angegebenen Zeit ist die Laboe-Station an 22 Tagen aufgesucht, bei 16 Motorbootfahrten und bei 6 „Frida“-Fahrten. Auf den anderen 3 „Frida“-Fahrten ist die Stelle bei Laboe deshalb nicht untersucht worden, weil wenige Tage vorher eine Motorbootfahrt dorthin gemacht war. Die Zeitabstände der 22 Fangtage, die in der nachfolgenden Arbeit des Herrn Busch allein näher berücksichtigt werden, beträgt höchstens 33 und mindestens 7 Zwischentage. In fünf Fällen lagen rund 4 Wochen (27–33 Tage) zwischen je 2 Fahrten, in neun Fällen  $2\frac{1}{2}$ – $3\frac{1}{2}$  Wochen (18–24 Tage), in sieben Fällen 11–16 Tage und in einem Falle nur 7 Zwischentage. Wenn die 22 Fahrten gleichmäßig über die  $14\frac{1}{2}$  Monate verteilt wären, würden etwa 19 Zwischentage zwischen je 2 Fahrten sein. Nach Jahreszeiten geordnet, entfallen auf den Frühling 1912 (März bis Mai) 5 Fangtage, auf den Sommer 5, Herbst 3, Winter (Dezember 1912 bis Februar 1913) 4 und auf den Frühling 1913 5 Fangtage. Daß im Herbst 1912 leider nicht mehr als 3 Fahrten hatten gemacht werden können, hängt damit zusammen, daß im September und Oktober 1912 größere Nordseefahrten mit dem „Poseidon“ stattfanden, an denen die Assistenten teilnahmen, und daß während der Universitätsferien kein Vertreter für Herrn Wulff zur Ausführung von Motorbootfahrten verfügbar war.

#### Übersicht der 16 Motorboot- (M) und 9 Dampferfahrten (D) in der Zeit vom 1. 3. 12. bis 10. 5. 13

[Auf 3 Dampferfahrten Laboe-Station nicht untersucht].

|            |                        |                               |
|------------|------------------------|-------------------------------|
| 1. März    | 1912 M.                | 11. September 1912 D. (3 St.) |
| 3. April   | M.                     | 4. Oktober D. (3 St.)         |
| 24. „      | M.                     | 4. November M.                |
| 10. Mai    | D. (3 St.)             | 6. Dezember M.                |
| 22. „      | M.                     | 30. „ M.                      |
| [24. „     | D. (nur Bülk)]         | 24. Januar 1913 M.            |
| 7. Juni    | D. (3 St.)             | 13. Februar M.                |
| 22. „      | M.                     | 7. März M.                    |
| [28. „     | D. (nur Bülk und O 1)] | 27. „ M.                      |
| 12. Juli   | D. (Laboe und Bülk)    | 9. April M.                   |
| 20. „      | M.                     | 23. „ M.                      |
| [26. „     | D. (nur Bülk und O 1)] | 10. Mai M.                    |
| 23. August | D. (Laboe und Bülk)    |                               |

Ich habe die Untersuchungen an der von Lohmann früher gewählten Stelle zwischen dem Friedrichsorter Leuchtturm und Laboe ausführen lassen, nicht weil ich diese Stelle für besonders geeignet hielt, sondern weil sie mit einem Motorboot sich in kurzer Zeit erreichen läßt und weil in der Enge zwischen Friedrichsort und Laboe auch bei stürmischem Wetter noch Fänge gemacht werden können, während das weiter draußen in der Außenförde nur mit einem Dampfer möglich ist. Vor allem aber schien mir eine Nachprüfung der Befunde von Lohmann dringend



notwendig. Diese aber geschah am besten an der denkwürdigen Stelle, die Lohmann als „Ausgangspunkt für biologische Meeresuntersuchungen überhaupt“ bezeichnet hat.<sup>1)</sup>

Die Untersuchungen, die Lohmann im Auftrage unserer Kommission ausgeführt hat, erstreckten sich über 16½ Monate (5. April 1905 bis 17. August 1906), doch hält Lohmann selbst nur die Ergebnisse, die sich auf ein volles Jahr beziehen (24. 8. 05 bis 17. 8. 06), für vollwertig. Seinen Schlüssen liegen vorzugsweise die Feststellungen in diesem einen Jahre zugrunde, obwohl das Jahr, wie er selbst (S. 222) zugibt, „außerordentlich salzarm“ gewesen ist. Die größten Verschiedenheiten waren nach seiner Angabe 8 und 18‰ Salzgehalt. Wie ich auf Grund mehrjähriger Untersuchungen im äußersten Teile der Förde weiß, sind die einzelnen Jahre in bezug auf die hydrographischen Verhältnisse und auch auf das Plankton sehr verschieden, so daß es nicht genügt, ein Jahr eingehend zu untersuchen, um ein allgemein giltiges Bild von dem Jahresverlauf des Planktons in der Kieler Förde, geschweige denn in der Kieler Bucht, zu geben und vor allem auch die Abhängigkeit der verschiedenen Arten von den Lebensbedingungen zuverlässig festzustellen. Das gilt besonders dann, wenn das Untersuchungsjahr in hydrographischer Hinsicht abnorm war und wenn man sich als Untersuchungsstelle gerade die Enge zwischen Friedrichsort und Laboe, die den Stauströmungen am meisten ausgesetzt ist, aussucht.

Ich hatte in verschiedenen Arbeiten vor Erscheinen der Abhandlung von Lohmann die Bedeutung derjenigen im Wasser gelösten Pflanzennährstoffe, die unentbehrlich für die Planktonalgen sind und zugleich nur spurenweise, aber in wechselnder Menge im Wasser sich finden, für die Erklärung des Jahresverlaufes des vegetabilischen Planktons betont. Als solche Nährstoffe hatte ich die gelösten Stickstoffverbindungen, vor allem die Nitrate, ferner Phosphorsäure und Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$  speziell für Diatomeen und Silicoflagellaten) bezeichnet. Von der oft nur äußerst geringen Konzentration des Meerwassers an diesen Nährstoffen ist, dem Gesetz des Minimum zufolge, das Gedeihen der einzelnen Planktonalgen abhängig. Außer den energetischen Produktionsbedingungen Licht und Wärme sind auch die materiellen Produktionsbedingungen erforderlich; denn neben dem Gesetz von der Erhaltung der Energie hat auch das Gesetz von der Erhaltung der Materie allgemeine Giltigkeit.

Lohmann, der die Anwendbarkeit des Gesetzes des Minimum auf das Meer schroff ablehnt,<sup>2)</sup> behauptet nachgewiesen zu haben,<sup>3)</sup> „daß der allgemeine Gang und insbesondere die Masse des in den einzelnen Monaten produzierten pflanzlichen Planktons durchaus abhängig ist von der Wärme und Belichtung des Wassers“. Daneben seien auch die Strömungen von Wichtigkeit, insofern als sie ein Sinken oder Steigen des Salzgehaltes und damit eine Begünstigung oder Behinderung des Gedeihens von Planktonorganismen bedingen.

Das Abbrechen der Frühjahrswucherung der Diatomeen, das nach meiner Ansicht mit Erschöpfung des Wassers an unentbehrlichen Nährstoffen infolge zunehmender starker Inanspruchnahme bei mangelhafter Ergänzung zu erklären ist, soll z. B. nach Lohmann durch das

<sup>1)</sup> Lohmann, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Bd. 10. 1908. S. 223.

<sup>2)</sup> Naturw. Wochenschr. 7. Bd. Dez. 1908. S. 803.

<sup>3)</sup> Schriften des naturw. Ver. Schleswig-Holstein. Bd. 14. 1908. S. 223. Sitzungsber. vom 25. Mai 1908.



Vordringen des salzarmen baltischen Wassers bedingt sein. Besonders vertritt er diese Behauptung für *Chaetoceras*, während die auch im salzarmen Wasser noch üppig gedeihende *Skeletonema* durch die allzu große Wärme im Juni an weiterem Gedeihen gehindert werden soll. Lohmann zieht seine Schlüsse auf Grund der Beobachtungen des Frühjahrs und Sommers 1906, für einen Zeitabschnitt, der durch abnorm niedrigen Salzgehalt ausgezeichnet war. Das Abbrechen der Diatomeenwucherung ist aber in jedem Frühjahr in der Kieler Förde zu konstatieren, auch wenn ein bedeutend höherer Salzgehalt als 1906 vorliegt. Es ist auch keineswegs „typisch“ für die westliche Ostsee, sondern findet auch in manchen Süßwasserseen, im Mittelmeer und in der Nordsee bei Borkumriff<sup>1)</sup> statt, also in Gebieten, in denen eine erhebliche Herabsetzung des Salzgehaltes nicht in Frage kommt. Auch in der Kieler Förde wird nicht eine bestimmte Höhe des Salzgehaltes für das Gedeihen oder Nichtgedeihen von *Chaetoceras* ausschlaggebend sein. Ebenso wenig ist — wie ich an Lohmanns eigenem Material zeigen kann — das Aufhören der *Skeletonema*-Wucherung durch Empfindlichkeit dieser Diatomeenspezies gegen Wassertemperaturen von über 16° hervorgerufen.

Lohmann ist zu seinen Trugschlüssen gelangt, weil er Parallelerscheinungen ohne genauere Prüfung in ursächlichen Zusammenhang gebracht hat. Nicht der herabgesetzte Salzgehalt oder die zu hohe Wärme sind die Ursache für das Aufhören der Frühjahrswucherung, sondern die mit den Strömungen eintretenden Änderungen im Nährstoffgehalt. Wenn der baltische Strom z. B. ausgepowertes Oberflächenwasser nach der Kieler Förde führt, kann es zu einem Aufhören der Diatomeenwucherung kommen, und wenn im August und September salzreiches Tiefenwasser durch kräftige Unterströme der Förde zugeführt wird, so ist es nicht der erhöhte Salzgehalt, der ein lebhafteres Vegetieren der Planktonalgen herbeiführt, es handelt sich dabei auch nicht bloß um Heranschwemmen von Pflanzen, die in dem stärker salzigen Wasser sich besser haben entwickeln können, sondern vorzugsweise um Abgabe von gelösten Pflanzennährstoffen aus dem Boden an das Wasser. Die dadurch herbeigeführte Anreicherung des Wassers an Algennährstoffen macht das Auftreten eines Herbstmaximums der Diatomeen verständlich.

Daß ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum in der Kieler Förde auftreten, daß das Herbstmaximum in erster Linie durch *Ceratium* bedingt ist, und daß die Gesamtmasse der Organismen, soweit sie mit Netzen aus feinsten Seidengaze fangbar sind, im Herbst größer ist als im Frühjahr, während andererseits im Februar die Planktonmasse am geringsten ist, — alles das war bekannt, bevor Lohmann seine quantitativen Untersuchungen in der Förde begann. Neu dagegen ist die Behauptung Lohmanns, daß die Gesamtmasse der Planktonpflanzen in der hellsten und wärmsten Zeit des Jahres, im Hochsommer, am bedeutendsten sei. Diese Behauptung, die auf dem von Lohmann eingeführten „Rechenvolumen“ beruht, bedarf der Nachprüfung.

Wie ich früher schon ausgeführt habe, findet in seichtem Wasser die Nährstoffzufuhr für die im Wasser schwebenden Planktonalgen vor allem vom Boden aus statt, nachdem dort

<sup>1)</sup> Lücke, Quantitative Untersuchungen an dem Plankton bei dem Feuerschiff „Borkumriff“ im Jahre 1910. Wiss. Meeresunters. 14. Bd. 1912.



durch Fäulnisbakterien die niedergesunkenen toten Pflanzen und Tiere in anorganische, in Wasser lösliche Nährstoffe umgewandelt sind. Wenn durch Sturm oder durch schwere Schleppgeräte oder durch die Umdrehungen der Schraube großer Seeschiffe oder von untergetauchten Unterseebooten das Bodenmaterial in der ja weniger als 20 m tiefen Kieler Förde aufgewirbelt wird, oder wenn dies in besonders wirkungsvoller Weise durch kräftige, über den Boden hinwegfegende Strömungen hervorgerufen wird, so muß nährstoffreiches Wasser, das zwischen und in den aufgequollenen Bodenteilchen sich befindet, sich mit dem nährstoffärmeren Wasser der oberen Wasserschichten mischen.

Zur Bildung von kräftigen Unterströmen kommt es in der Förde vor allem durch die Stauwirkung des Windes. Wie ich früher<sup>1)</sup> für das Stettiner Haff den Staueffekt und die daraus sich ergebenden Ober- und Unterströme einer näheren Betrachtung unterzogen habe, will ich es jetzt auch für die Kieler Förde<sup>2)</sup> tun.

Die 17,2 km lange Kieler Förde (im älteren Sinne) erstreckt sich mit unbedeutenden Biegungen fast genau von NNO nach SSW ins Land hinein und wird durch die etwa 1 km breite und mehr als 1 km lange Enge bei Friedrichsort in Außen- und Innenförde geteilt. Bei der allgemeinen trichterförmigen Gestalt der Förde ist es verständlich, daß starker NNO-Wind Oberflächenwasser in die Innenförde hineintreibt, so daß dort eine Anstauung des Wassers eintritt und der Wasserspiegel um 1–2 m je nach der Stärke des Windes sich hebt. In seltenen Ausnahmefällen (13. Nov. 1872) stieg der Wasserspiegel im Kieler Hafen sogar um 3,17 m über Mittelwasser.

Der Überdruck, den das bei NNO-Wind angestaute Wasser im innersten zipfelförmigen Ende der Innenförde hervorruft, hat die Bildung eines Unterstromes zur Folge, der, am Boden entlang streichend, einen Teil des angestauten Wassers wieder nach dem Ausgange der Förde führt. Der Staueffekt müßte sich bei andauernd auflandigem Winde proportional der Zeit steigern, wenn nicht das überschüssige Wasser in die Tiefe gedrückt und luvwärts (also der

<sup>1)</sup> K. Brandt, Über das Stettiner Haff. Wiss. Meeresunters. Kiel. Bd. 1. 1896.

<sup>2)</sup> Die Kieler Innenförde, der 10 km lange innere Teil der Förde vom Friedrichsorter Leuchtturm an, ist identisch mit dem eigentlichen Hafen. „Zwar gibt auch in der Außenförde die Strander Bucht einen guten und bei Westwinden geschützten Ankergrund, aber gegen den bei Oststürmen hohen und kurzen Seegang der Ostsee gewährt die Außenförde nirgends Schutz“ (Krümmel, Festschrift der Stadt Kiel 1896. Kiels Einrichtungen für Gesundheitspflege und Unterricht). Die Außenförde also Außenhafen zu nennen, wie es neuerdings geschieht, ist eigentlich wenig glücklich. Die frühere Nordgrenze der Kieler Außenförde war eine 6750 m lange gerade Linie von Bülk nach Wisch-Huk (auf den Seekarten auch Bott-Sand genannt). Jetzt bezeichnen zwei Grenzsteine, die durch zwei rechtwinklig sich kreuzende, west-östliche und süd-nördliche Linien verbunden werden, die äußere Grenze des Reichskriegshafens. Neuerdings werden auch die beiden vor der eigentlichen Förde liegenden Sandbänke Stoller Grund und Gabelsflach nebst den drei Zugangswegen zum Reichskriegshafen noch zur Außenförde gerechnet. Dadurch ist die Achse der Außenförde, die früher 7 km lang war, um 10 km nach der Kieler Bucht hinaus verlängert worden.

Unverändert geblieben ist also der Begriff Innenförde oder eigentlicher Hafen. Die Laboe-Station liegt eben außerhalb der Innenförde in der Enge, die zur trichterförmig erweiterten Außenförde führt. Ebenfalls unverändert ist der Begriff Kieler Bucht. Man bezeichnet damit den westlichen Teil der Ostsee zwischen Alsen und Fehmarn.



Windrichtung entgegen) am Boden entlang strömte. Der Überdruck wird um so leichter beseitigt, je tiefer das Wasserbecken ist, während bei flachem Wasser wegen des engen Durchflußprofils und der Reibung am Boden das angestaute Wasser nur zum kleinen Teil durch den Unterstrom beseitigt werden kann.

Dieser dem Oberstrom entgegengesetzt laufende Reaktionsstrom ist bei demselben Becken um so kräftiger, je stärker die Anstauung ist, und da diese proportional dem Quadrat der Windgeschwindigkeit (in Metern ausgedrückt) ist, so wächst auch die Stärke des Ober-, wie auch des Unterstromes mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit von auflandigem Wind (bei der Kieler Förde NNO).

Ober- und Unterstrom sind ferner umgekehrt proportional der Weite des Wasserbeckens. Je enger das Becken, um so stärker ist nicht bloß der Oberflächenstrom, sondern entsprechend auch der in umgekehrter Richtung über den Boden hinwegfegende Strom. Die Außenförde ist nach Friedrichsort hin trichterförmig verengt. Hier sind daher aus- und eingehende Strömungen am stärksten in der ganzen Förde. In dieser Hinsicht ist Lohmanns Untersuchungsstelle nicht glücklich gewählt, denn sie liegt in der Enge zwischen Boje D und dem Leuchtturm von Friedrichsort. Die an dieser Stelle ermittelten Verhältnisse können unter Umständen erheblich von denjenigen in der offenen Kieler Bucht abweichen.

Bei entgegengesetzter Windrichtung (SSW-Wind) kommt es zu einem Hinausdrücken von Oberflächenwasser aus der Förde nach der offenen Kieler Bucht, dem Hauptteil der westlichen Ostsee oder Beltsee. Auch hierbei kommt es zu Niveauänderungen, allerdings geringeren, und zwar zu Depressionen. Dieselben betragen meist nur 1–1,5 m, nur ausnahmsweise mehr. Ebenso kommt es bei starkem SSW-Winde zu einem entgegengesetzt verlaufenden Reaktionsstrom am Grunde und zugleich zum Emporsteigen von kühlerem Tiefenwasser besonders im inneren Teil der Förde.

In beiden Fällen also, sowohl bei auflandigem, wie bei ablandigem Wind von genügender Stärke, kommt es zu einer Vertikalzirkulation: zu absteigendem Oberflächenwasser, wenn Wasser in die Förde hereingedrückt, zu aufsteigendem Tiefenwasser, wenn Wasser aus der Förde hinausgetrieben wird.

West- und Ostwind wirken ähnlich wie SSW- und NNO-Wind, obwohl die Fördenachse einen Winkel mit diesen Richtungen bildet. Starke N-, NO- und O-Winde führen Hochwasser, S-, SW- und W-Winde Niedrigwasser in der Kieler Förde herbei. Bei starkem Ostwind wird Oberflächenwasser auf der etwa 90 km langen Strecke von Fehmarn nach der schleswig-holsteinischen Küste (zwischen der Schleimündung und der Eckernförder Bucht) gegen die Küste gedrückt, so daß auch in der benachbarten Kieler Förde der Wasserstand steigen muß. Umgekehrt wird bei starkem Westwind das Oberflächenwasser auf dieser großen Fläche nach Osten getrieben, nach Rügen hin und weiter in die offene östliche Ostsee hinaus.

Die dann eintretende Niveauerniedrigung in der Kieler Bucht macht sich auch in der Kieler Förde durch Sinken des Wasserspiegels bemerkbar; sie wirkt zugleich ansaugend auf das Wasser in den beiden Belten und hat Zufluß stärker salzigen Wassers nach der Kieler Bucht zur Folge. Bei anhaltenden und kräftigen Westwinden, wie sie z. B. im Herbst und Winter hier oft zu beob-



achten sind, ist dann auch die Zunahme des Salzgehaltes in der Kieler Förde eine recht beträchtliche. In den einzelnen Jahren tritt das Salzgehaltsmaximum in der Kieler Förde je nach den herrschenden Winden früher oder später in der kühleren Jahreszeit von Oktober bis Februar ein.

Wenn also in der Kieler Förde die allgemeinen hydrographischen Verhältnisse (Temperatur, Salzgehalt, Strömungen usw.) in hohem Grade von dem Winde und von dessen wechselnder Richtung und Stärke abhängig sind, so ist es bei der großen Verschiedenheit des Windes in den einzelnen Jahren verständlich, daß auch die hydrographischen und in Zusammenhang damit die biologischen Verhältnisse in den verschiedenen Jahren große Verschiedenheiten aufweisen.<sup>1)</sup>

Der Abstand vom Friedrichsorter Leuchtturm bis zum gegenüberliegenden Ufer beträgt bei gewöhnlichem Wasserstand fast genau 1 km, die Breite an der von Lohmann gewählten Stelle „bei Laboe“ dagegen 1,5 km. Dadurch aber, daß sich zwischen Möltenort und Laboe ein vorsprin-

<sup>1)</sup> Für die Berechnung des Windstaus hat Colding folgende Formel aufgestellt:

$$h = 0,000001526 \cdot \frac{1}{p} \cdot w^2 \cdot \cos \alpha$$

h bedeutet den Niveauunterschied zwischen den Wasserständen der Luv- und der Leeküste,

l die Länge des Wasserbeckens in Metern,

p die mittlere Tiefe desselben in Metern,

w die Windgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde nach Beauforts Skala,

$\alpha$  den Winkel, den die Windrichtung mit der Ebene des Profils bildet.

Soll h den Unterschied zwischen mittlerem Wasserstande und dem durch Windstau erhöhten oder erniedrigten Niveau an der Luv- bzw. Leeküste ausdrücken, so hat man den gefundenen Wert durch 2 zu dividieren (bzw. statt des konstanten Faktors 0,000 001 526 in die Formel einzusetzen 0,000 000 763).

Da die Fördenachse von SSW nach NNO gerichtet ist, so ist bei Wind aus NNO oder aus SSW  $\cos \alpha$  also gleich 1 zu setzen. Die Verlängerung der Fördenachse durch die westliche Ostsee trifft auf Marstall (auf der dänischen Insel Aerö). Die Entfernung von Marstall bis Bülk beträgt 48 km, die von Bülk bis zur Hörn (dem innersten Teil der Förde) 17,2 km. Mithin ist bei auflandigem Wind in der Richtung der Fördenachse  $l = 65\,000$  m. Die mittlere Tiefe auf dieser Linie (p) habe ich nach einer Tiefenkarte der westlichen Ostsee zu 16 m berechnet.

Wie Krümmel (Handbuch der Ozeanographie 1911 II S. 534 und S. 70) mit Recht sagt, ist die richtige Bemessung der Windstärke sehr wichtig, da sie im Quadrat auftritt. Nun ist die Windgeschwindigkeit für die Grade der Beaufort'schen Skala früher höher angegeben, als es in neuerer Zeit von Köppen geschehen ist. Für Windstärke VI der Skala sollte  $w = 15,2$  m (nach dem Meteorological Office 1875) sein, während sie nach Köppen (1898) nur 10,7 m beträgt; für Windstärke VIII (stürmischer Wind) wurde 21,5 angegeben, jetzt 15,4, für Windstärke IX früher 25,0, jetzt 18,0 m. Setzt man für w nur die niedrigeren, neueren Werte von Köppen in die Formel ein, so berechnet sich der Stau effekt in der Kieler Förde bei Wind aus NNO und Windstärke VI auf 0,35 m, Windstärke VIII auf 0,74 m, Windstärke IX auf 1,00 m. Für die oben angeführte, sehr hohe Pegelbeobachtung von 3,17 m berechnet sich die Windgeschwindigkeit zu 32 m, eine Stärke, die in der Ostsee nur bei schwerem Sturm vorkommt.

Nach Meier (Schwankungen des Wasserspiegels der Kieler Förde. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel 15. Bd. 1913 S. 241) war im Laufe der 15 Jahre von 1895—1909 — den Pegelbeobachtungen in der Kaiserlichen Werft zufolge — der Wasserstand 49 mal über 1 m Höhe über den mittleren Wasserstand hinausgegangen, davon waren vier Hochwasser höher als 1,5 m und einmal (Sturmflut des 31. Dezember 1904) sogar höher als 2 m. Verursacht wird das übermäßige Steigen des Wassers wohl ausschließlich durch die in die Bucht wehenden Winde, die aus NW bis N, NO bis O kommen.



gender Haken (Madsens Sand) gebildet hat, der bei Niedrigwasser weit hinaus trocken liegt, ist alsdann der Abstand von Ufer zu Ufer auch an dieser Stelle nur wenig größer als bei Friedrichsort, wie der Verlauf der 2 m-Linie auf einer Seekarte zeigt. Auf der ganzen 1870 m langen Enge liegt die 10 m-Linie, die beide Fördenufer begleitet, nur 750 bis 875 m weit auseinander, an der Lohmannschen Stelle z. B. beträgt der Abstand nur 775 m. Die Bildung des Hakens „Madsens Sand“ und seiner steilen Böschung nach der Fahrrinne hängt mit den hin- und hergehenden Strömungen zusammen, wie ich es früher für den Repsiner und Krickser Haken und den Woitziger Haken in der Enge zwischen Großem und Kleinem Haff gezeigt habe (l. c. 1896 S. 118).

Solche hakenförmige Sandbänke entstehen in der Regel dadurch, daß Sandmassen, die von einem starken Oberflächenstrom mitgerissen sind, am Rande des Stromes, wo die Geschwindigkeit erheblich nachläßt, zu Boden sinken. Unter Ausbildung von Haken reinigt sich der Oberflächenstrom vom Sande. Andererseits weist das Vorhandensein einer vertieften Stromrinne am Grunde auf die ausnagende Wirkung des Unterstromes hin. Die Stromrinne in der verengten Strecke von Friedrichsort bis etwas über die sog. Laboe-Station hinaus hat eine Tiefe von etwa 16 m. Ihr Verlauf ist so, wie man bei Vorhandensein von ein- und ausgehenden Unterströmen in dieser Enge annehmen muß.

Die je nach dem Winde aus- oder eingehenden Strömungen an der Oberfläche, denen immer ein entgegengesetzt verlaufender Unterstrom entspricht, rufen nicht bloß Änderungen im Salzgehalt und der Temperatur des Fördenwassers hervor, sondern auch ein Hin- oder Herschwemmen der in den oberen und in den unteren Wassermassen befindlichen Planktonorganismen. Diese Umstände sind auch schon wiederholt bei der Diskussion über die Jahresserien des Planktons der westlichen Ostsee berücksichtigt worden, besonders auch in der Arbeit von Büse.<sup>1)</sup> Dagegen ist die große Bedeutung kräftiger **Unterströme** für die Anreicherung des Wassers an gelösten Pflanzennährstoffen infolge Aufrührens des Bodens von Lohmann und den meisten, die den Versuch gemacht haben, das jahreszeitliche Auftreten der verschiedenen Produzenten (vor allem der Diatomeen) zu erklären, unberücksichtigt gelassen.

Auch Lohmann hat bei seinen Fahrten den Strom an der Laboe-Station gespürt und kommt (S. 226) zu dem Schlusse, daß die Lage der Station, da an ihr nur aus- und eingehende Wasserbewegungen, je nach dem gerade herrschenden Winde, zur Beobachtung kommen können, „ganz besonders ungünstig“ sei. Er gibt an, an 52 Fangtagen 26 mal ausgehenden Oberflächenstrom, 8 mal einfließendes Wasser, an 16 Tagen überhaupt keinen Strom und an 2 Tagen unregelmäßige Strömung beobachtet zu haben. Trotzdem glaubt er, die Verhältnisse, die er in bezug auf das Plankton an dieser Station festgestellt hat, auf die ganze Kieler Bucht (in dem oben angegebenen weiten Sinne) übertragen zu können, weil die Bewegungen des Salzgehaltes im Laufe des Jahres 1905/06 bei Laboe im wesentlichen ebenso waren, wie sie in der ganzen Kieler Bucht bei den deutschen Terminfahrten festgestellt sind, und weil speziell „eine völlige Übereinstimmung

<sup>1)</sup> Quantitative Untersuchungen von Planktonfängen des Feuerschiffes „Fehmarnbelt“ vom April 1910 bis März 1911. Wiss. Meeresunters. Kiel. 17. Bd. 1915.



in dem Gange des Wechsels des Salzgehaltes“ zwischen der Laboe-Station und dem Feuerschiff „Gabelsflach“ vorliegt (S. 220). Auf den nächsten Seiten (S. 221 und 223) spricht Lohmann schon davon, die wesentliche Übereinstimmung zwischen unserer Station und der Leuchtschiffstation nachgewiesen zu haben, und später (S. 352) heißt es dann geradezu: „Um so wichtiger ist der Nachweis, daß die hydrographischen Verhältnisse genau die gleichen sind wie bei Stollergrund-Gabelsflach.“

Um mich von der behaupteten völligen Übereinstimmung des Salzgehaltes bei Laboe und bei Gabelsflach zu überzeugen, verglich ich die zwei Tabellen, die Lohmann (S. 219 und 220) für die Monatsmittel an der Oberfläche und nahe dem Boden aufgestellt hat. Dabei stellte sich zunächst heraus, daß die für die Laboe-Station (S. 219) gegebene Tabelle gar nicht zu den auf derselben Seite stehenden graphischen Darstellungen für Mai 1905 bis August 1906 paßte und ebensowenig zu der bunten Wiedergabe der Salzgehaltsverteilung in der Zeit vom 10. Mai 1905 bis 17. August 1906 auf Taf. XI. Die Tabelle auf S. 219 beginnt mit einem Monatsmittel für April 1905 und läßt die Monate Mai bis August 1905 als sehr salzarm erscheinen, während in Wirklichkeit im Juni und Juli des folgenden Jahres der Salzgehalt abnorm herabgesetzt war.

Aus den glücklicherweise in der Tabelle A mitgeteilten Werten, die auf den einzelnen wöchentlichen Fahrten bei Laboe ermittelt sind, geht zunächst hervor, daß im April 1905 überhaupt keine Salzgehaltsbestimmungen gemacht worden sind. Trotzdem hat Lohmann sonderbarerweise noch den Durchschnitt für die Monatsmittel von April 1905 (!) bis März 1906 besonders ausgerechnet und rechts in der Tabelle angegeben. Bei einer neuen Berechnung der Monatsmittel sah ich dann, daß Lohmann die Monatsmittel für April bis August 1906 versehentlich vertauscht hat mit denen für Mai bis August 1905. Die Werte für April 1906 werden auf diese Weise zweimal (für 1906 und 1905) angegeben.

Unnötig ungenau ist nach meiner Ansicht die Abrundung der Werte auf volle Promille, wobei übrigens Lohmann sechs der Werte falsch abgerundet hat. Die von mir neu berechnete Tabelle gebe ich nachstehend wieder.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die zusammenfassenden Betrachtungen Lohmanns über den Salzgehalt bei Laboe enthalten manche Ungenauigkeiten, z. T. auch Unrichtiges. Er sagt: „In den Monaten Mai, Juni, Juli ist der Salzgehalt ein minimaler, im Januar, Februar und März ein maximaler.“ Der Mai 1905 hat aber höhere Mittelwerte als Oktober und November 1905. Warum werden diese nicht als Monate mit „minimalem“ Salzgehalt bezeichnet?

Lohmann meint, in seiner Tafel XI „ein überaus klares Bild von dem jahreszeitlichen Wechsel“ an der Station gegeben zu haben. Es sollen sofort drei Maxima und zwei Minima desselben auffallen, nämlich je ein Maximum im August 1905 und 1906 und ein drittes im Dezember 1905, sowie die Minima im Juni und Juli beider Jahre. Wie die oben mitgeteilten Zahlen der Monatsmittel für Oberflächen- und Tiefenwasser zeigen, ist das Hauptmaximum der ganzen Untersuchungszeit von Lohmann überhaupt nicht erwähnt; der höchste Salzgehalt in der ganzen Wassersäule ist im Januar vertreten gewesen. Die Zeit des hohen Salzgehalts begann etwa Mitte Dezember und erstreckte sich bis in den März hinein.

Lohmanns Angabe bezieht sich wohl für die Maxima auf das Tiefenwasser, für die Minima auf das Wasser der oberen Schichten. Wenn man als „maximalen“ Salzgehalt einen solchen von mehr als 19‰ bezeichnet, so kommt dieser recht hohe Salzgehalt vor in der Tabelle A bei 3 Augustfahrten 1905 in 15 m Tiefe (einmal davon auch in 10 m), am 29. Dezember (in 15 und 10 m), bei 2 Januarfahrten (15 m), am 28. Februar (15 m) und bei 2 Augustfahrten 1906 (15 m).



|      |      | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Jahresmittel              |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
| 1905 | 0 m  |      |      |      | ?    | 15,2 | 14,0 | 13,1 | 15,1 | 15,5 | 15,1 | 14,7 | 15,1 | 15,2 ‰<br>(V. 05—IV. 06)  |
|      | 15 m |      |      |      | ?    | 16,7 | 15,9 | 15,4 | 18,9 | 17,4 | 16,0 | 15,4 | 18,1 | 17,2 ‰<br>(V. 05—IV. 06)  |
| 1906 | 0 m  | 17,6 | 17,0 | 16,3 | 14,1 | 12,2 | 10,6 | 11,4 | 12,9 |      |      |      |      | 14,4 ‰<br>(IX 05—VIII 06) |
|      | 15 m | 19,0 | 18,7 | 17,6 | 17,5 | 16,1 | 16,1 | 17,6 | 19,3 |      |      |      |      | 17,4 ‰<br>(IX 05—VIII 06) |

Daß während eines Jahres in groben Zügen der Salzgehalt bei den beiden Stellen Laboe und Gabelsflach einen ähnlichen Gang des Wechsels zeigt, ist bei der geringen Entfernung der Stationen voneinander (etwa 16 km) selbstverständlich. Die Unterschiede sind aber, wie die nachstehenden zwei Vergleichstabellen zeigen, doch so erheblich, daß Lohmann stark übertrieben hat, wenn er von völliger Übereinstimmung des Ganges oder gar von genauer Gleichheit der hydrographischen Verhältnisse bei den beiden Stationen spricht.

**Monatsmittel des Salzgehalts an der Laboe-Station (in ‰)**

|      |      | I         | II | III       | IV | V         | VI | VII       | VIII      | IX | X  | XI | XII |
|------|------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|-----------|----|----|----|-----|
| 1905 | 0 m  |           |    |           |    | 15        | 14 | 13        | 15        | 15 | 15 | 15 | 15  |
|      | 15 m |           |    |           |    | <b>17</b> | 16 | <b>15</b> | 19        | 17 | 16 | 15 | 18  |
| 1906 | 0 m  | <b>18</b> | 17 | <b>16</b> | 14 | 12        | 11 | 11        | 13        |    |    |    |     |
|      | 15 m | 19        | 19 | 18        | 18 | 16        | 16 | <b>18</b> | <b>19</b> |    |    |    |     |

Wenn man entsprechend einen Salzgehalt von weniger als 14 ‰ als „minimal“ bezeichnet, so zeigt sich, daß er 1905 bei 2 Junifahrten (0 m, einmal auch 5 m), bei allen 4 Julifahrten (0, 5 und 10 m) und am 2. August (0 und 5 m) vorkommt, 1906 dagegen bei 2 Aprildfahrten (0 m und einmal 5 m) und bei sämtlichen Fahrten vom Mai bis zum 17. August, dem letzten Beobachtungstage, im Oberflächenwasser, ferner vom 2. Mai bis 9. August auch in 5 m und vom 16. Mai bis 18. Juli sowie am 9. August auch in 10 m.

Der geringste 1905 überhaupt von Lohmann konstatierte Salzgehalt (12,81 ‰ am 12. Juli) ist höher als mehrere Werte von April und Mai 1906, obwohl diese Monate von Lohmann gar nicht als solche von minimalem Salzgehalt angeführt werden. August 1906 mit „maximalem“ Salzgehalt im Tiefenwasser am 9. u. 17. zeigt bei allen 3 Fahrten, die überhaupt nur ausgeführt sind, im Oberflächenwasser einen geringeren Salzgehalt als 14 ‰, und am 1. August in 0 und 5 m Tiefe einen geringeren Salzgehalt, als er 1905 überhaupt beobachtet ist.



**Monatsmittel des Salzgehalts bei Feuerschiff „Gabelsflach“ vom 7. Juni 1905 an  
(bis 6. Juni 1905 bei „Stollergrund“, Tiefe 11,2 m)**

|      |        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|------|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| 1905 | 0 m    |    |    |     |    | 15 | 13 | 13  | 14   | 14 | 14 | 14 | 15  |
|      | 12,5 m |    |    |     |    | 17 | 15 | 14  | 15   | 16 | 14 | 15 | 16  |
| 1906 | 0 m    | 17 | 17 | 17  | 13 | 9  | 11 | 11  | 14   |    |    |    |     |
|      | 12,5 m | 18 | 18 | 17  | 15 | 11 | 12 | 12  | 14   |    |    |    |     |

In der ersten dieser beiden Tabellen habe ich durch den Druck die sechs von Lohmann unrichtig abgerundeten Werte hervorgehoben. Zu einer Nachprüfung der Gabelsflach-Tabelle Lohmanns hatte ich keine Gelegenheit.

Die Kurven für den Salzgehalt an den beiden Stationen, die man sich nach diesen Tabellen leicht herstellen kann, zeigen an mehreren Stellen eine Gangverschiedenheit für die beiden Stationen. Der Salzgehalt in dem bodennahen Wasser ist, wie schon die vorstehenden Tabellen zeigen, bei Laboe in fünf Monaten um 4–6‰ höher als bei Gabelsflach. Außerdem ist der durchschnittliche Salzgehalt an der Oberfläche bei Gabelsflach im Mai 1906 um 3‰ niedriger als bei Laboe; im Tiefenwasser beträgt die Differenz beider Stationen in diesem Monat sogar 5‰. Im März und August 1906 ist andererseits der Oberflächensalzgehalt bei Gabelsflach höher als bei Laboe.

Wenn man der verschiedenen Höhe des Salzgehaltes eine ausschlaggebende Bedeutung für wichtige Änderungen im Gedeihen mancher dominierender Planktonorganismen in der Kieler Bucht zuschreibt, und wenn man z. B. mit Lohmann in der Herabsetzung des Salzgehaltes um wenige Promille die Ursache für das Abbrechen der Frühjahrswucherung von *Chaetoceras* usw. sieht, muß man auch zugeben, daß die Verschiedenheiten im Salzgehalt bei Gabelsflach und bei Laboe keineswegs unbedeutend sind. Ich halte Lohmanns Versuch, das Aufhören des Frühjahrsmaximums zu erklären, für vollkommen verfehlt, mußte aber die Grundlagen für seine weitgehenden Behauptungen prüfen.

Lohmann hat Wasserproben auf Ammoniak- und Nitrat-Stickstoff nach Rabens Verfahren durch Dr. Gebbing, der damals als Gast in dem von mir geleiteten biologischen Meereslaboratorium arbeitete, untersuchen lassen. Er teilt die von Gebbing und z. T. übrigens auch von Dr. Raben ermittelten Werte in seiner Tabelle A mit und gibt im Text (S. 235–237) Zusammenstellungen, die einige Fehler enthalten. Wie Lohmann zusammenfassend über diese Untersuchungen berichtet, ist der Gang des Gehaltes an Stickstoffverbindungen in 5 m Wassertiefe weniger schwankend als in 15 m Tiefe (nahe dem Boden), was wohl darauf zurückzuführen sei, daß in dem bodennahen Wasser durch lokale Verwesungsvorgänge oder durch Emporwirbeln



von Bodenbestandteilen zufällige Steigerungen bedingt werden können. Wie ich hinzufüge, kann ja auch ein Aufwirbeln von Bodenteilchen dadurch zustande kommen, daß das am Wasserschöpfer angebrachte Lot auf den Boden aufstößt. Im übrigen kommt Lohmann zu einem negativen Ergebnis: „Irgend welche Beziehungen zwischen Nitratgehalt des Wassers und der Temperatur desselben läßt sich nirgends erkennen.“ Nach Beziehungen zwischen Nitratgehalt und Zu- oder Abnahme bestimmter Planktonalgen, z. B. Diatomeen, scheint er gar nicht gesucht zu haben; wenigstens finde ich in seiner Arbeit keine Andeutung davon. Ich hole das nun nach.

Die zufälligen Steigerungen, von denen Lohmann spricht, werden nach meiner Ansicht in erster Linie durch Strömungen hervorgerufen und im wesentlichen lokaler Natur sein. Diese Annahme wird gestützt durch folgenden Fall, zu dem man sich das Material aus Lohmanns Arbeit zusammensuchen muß. Bei seiner Fahrt am 24. August 1905 konstatierte Lohmann (S. 225) bei heftigem Südwestwind und stark bewegter See an seiner Untersuchungsstelle einen ausfließenden oberen und einen einfließenden unteren Strom. Die Grenze lag bei 7 m, doch war an diesem Tage bis 5 m aufwärts starksalziges Wasser vertreten. Nach Tabelle A ist am 24. August 1905 nur eine Wasserprobe von Gebbing untersucht worden. Es fanden sich in 5 m Wassertiefe 126 mg Ammoniak-Stickstoff und 227 (im Mittel der zwei Bestimmungen 212) mg Nitrat-Stickstoff. Dieser ungewöhnlich hohe Gehalt an Stickstoffverbindungen 10 m über dem Boden wird nach meiner Ansicht dadurch zustande gekommen sein, daß der in der Enge besonders starke Unterstrom den Boden aufgewühlt und die gelösten Pflanzennährstoffe des Bodens emporgeführt hat. Außer Nitrat und Ammoniak kommen Albuminoid-Ammoniak, gelöste Phosphate und gelöste Kieselsäure in Betracht. Für die drei letzteren Nährstoffe hat Lohmann keine Untersuchungen ausführen lassen. Da der Unterstrom das angereicherte Wasser in den eigentlichen Hafen führte, so wird es hier zu starker Vermehrung der Diatomeen gekommen sein. Von dieser Diatomeenwucherung, die auch in anderen Sommern in der Innenförde zu bemerken ist, war an den nächsten Untersuchungstagen (31. August und 7. September) bei Laboe wenig zu bemerken. Die Zahlen der Diatomeen auf Tabelle B sind erst am 14. September in den Laboe-Fängen sehr erheblich höher als am 24. August. Das wird im Sinne meiner Hypothese verständlich, wenn man die Rubrik der herrschenden Windrichtungen und der durchschnittlichen Windstärken auf Tafel XII berücksichtigt, die Lohmann wohl nach den Beobachtungen des Feuerschiffes „Gabelsflach“ vom 24. 8. 05 an zusammengestellt hat. In den drei Wochen nach dem 24. August herrschte fast stets Süd- oder Westwind von durchschnittlich mäßiger Stärke, der Oberflächenwasser aus der Innenförde hinausführte. Das Herbstmaximum der Diatomeen, das bei Laboe nach Tabelle B und Tafel XII am 14. und 21. September erreicht wurde, wird dadurch zustande gekommen sein, daß eine starke, aber lokale Wucherung von *Chaetoceras* und von *Skeletonema* infolge des nährstoffreichen Tiefenwassers vom 24. August an zunächst in der Innenförde stattgefunden hat, und daß bei anhaltend ausgehendem Oberflächenstrom diatomeenreiches Wasser der Innenförde nach der Enge und in den benachbarten Teil der Außenförde geströmt ist. Hätte Lohmann auch in der Innenförde quantitative Untersuchungen ausgeführt, so würde er hier wahrscheinlich schon bei der Fahrt am 31. August ein



starkes Ansteigen und am 7. September einen recht hohen Wert für die Diatomeen beobachtet haben. Ich stelle in den zwei nachstehenden Tabellen die Werte zusammen.

In 100 Litern Wasser bei Laboe:

| <i>Skeletonema</i>  | <i>Chaetoceras</i> |                      |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| 24. 8. 05 20 Taus.  | 3 Mill.            | 24. 8.—31. 8 S.W.N 3 |
| 31. 8. 05 81 "      | 2,4 "              | 31. 8.— 7. 9. W 3    |
| 7. 9. 05 600 "      | 8,7 "              | 7. 9.—14. 9. W.S 2,5 |
| 14. 9. 05 110 Mill. | 94 "               | 14. 9.—21. 9. O.W 3  |
| 21. 9. 05 16 "      | 150 "              |                      |

In 1 cbm Wasser bei Laboe mg N in Form von  $\text{NH}_3$  und von  $\text{N}_2\text{O}_5$  vertreten:

|                        |                               |                                                         |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 24. 8. 05 in 5 m Tiefe | 126 mg N (als $\text{NH}_3$ ) | und 227 (Mittel 212) mg N (als $\text{N}_2\text{O}_5$ ) |
| 31. 8. 05 " 15 "       | 157 " " " "                   | 231 ( " 214) " " " "                                    |
| 7. 9. 05 " 5 "         | 99 " " " "                    | 64 ( " 43) " " " "                                      |
| 14. 9. 05 " 15 "       | 130 " " " "                   | 72 ( " 69) " " " "                                      |
| 21. 9. 05 " 5 "        | 108 " " " "                   | 103 ( " 95) " " " "                                     |

Sowohl für *Skeletonema* als auch für *Chaetoceras* läßt sich zeigen, daß der Vermehrungsfuß mehrfach so hoch sein müßte, als er nach unserer jetzigen Kenntnis ist, um in einer Woche (vom 7. bis 14. September) ein solches Ansteigen des Volksbestandes, wie es bei ausschließlicher Kenntnis der Verhältnisse bei Laboe vorliegt, möglich zu machen. Der am 24. August sehr hohe Nitratgehalt ist 14 Tage später in derselben Wassertiefe durch einen für unsere Meere „minimalen“ Nitratgehalt ersetzt worden. Weitere 8 Tage später, am 14. September, ist auch nahe dem Boden ein sehr geringer Gehalt an Nitrat-N konstatiert worden. Das Anwachsen der Diatomeen wird aber verständlich, wenn es sich in der Innenförde auf 3 Wochen verteilt hat. Die am 14. September in der Enge zwischen Friedrichsort und Laboe nachgewiesenen außerordentlich zahlreichen Diatomeen werden erst kurz vor diesem Tage durch Strömungen mit dem ausgepowerten Wasser aus der Innenförde nach der Enge geschwemmt sein.

Schon vor dem 24. August sind an mehreren Tagen hohe Werte für Nitrat- und Ammoniak-Stickstoff bei Laboe festgestellt worden, wie Lohmanns Tabelle A zeigt. So sind am 2. August 1905 in 15 m Tiefe, also nahe dem Boden, nach Gebbings Befunden vertreten gewesen

115 mg Ammoniak-N und 214 (im Mittel 214) mg Nitrat-N in 1 cbm.

Fast gleichzeitig mit dieser Untersuchung hat Raben auf einer Terminfahrt des „Poseidon“ am 1. August 1905 bei Station O 1 (in der Nähe von Gabelsflach) den Gehalt an gebundenem Stickstoff im Wasser an der Oberfläche und nahe dem Boden ermittelt und in 1 cbm Wasser folgende Mengen nachgewiesen:

0 m 57 mg Ammoniak-N und 91 (im Mittel 114) mg Nitrat-N.  
19 " 81 " " " 92 ( " " 76) " "

Bei diesen, nur um einen Tag auseinanderliegenden Feststellungen war also vor allem der Nitratgehalt bei Laboe mehr als doppelt so hoch als im Tiefenwasser bei O 1. Auch in diesem Falle wird ein stärkerer aus- oder eingehender Unterstrom in der Enge vorhanden gewesen sein, der die lokale Anreicherung herbeigeführt hat.

Juli 1916.

K. Brandt.



## Die hydrographischen Verhältnisse in der Kieler Bucht im Jahre 1912/13.

In das Werden und Vergehen der pelagischen Lebewelt eines Meeresabschnittes läßt sich nur unter genauer Berücksichtigung der hydrographischen Verhältnisse ein einigermaßen befriedigender Einblick gewinnen. Es sind der Salzgehalt, die Temperatur und besonders auch die Strömungen zu studieren, um entscheiden zu können, welche Formen einheimisch, welche eingeschleppt sind, warum die Zahl der Planktonorganismen zu bestimmten Zeiten so stark in die Höhe schnellte und wiederum unter scheinbar günstigsten Lebensbedingungen die Produktion des Meeres an lebender Substanz abnimmt, und endlich welcher Anstieg der Bevölkerungszahl des Wassers unabhängig von diesen Faktoren statthat.

Andererseits ist gerade die Kieler Bucht und, als ein Teil davon, die Kieler Förde mit ihrer geringen Wassertiefe und relativ kleinen Fläche den wechselnden meteorologischen Einflüssen in besonders starkem Maße ausgesetzt. Resultieren doch die Oberflächenströmungen der Beltsee in den meisten Fällen einfach aus dem gerade wehenden Winde (32, 33, 40, 67). Außerdem vermag ein genügend kräftiger Wind das Wasser bis zum Grunde aufzurühren und so Schichten verschiedener Herkunft und verschiedenen Salzgehaltes miteinander zu mischen. Ferner kommen noch bei dem allseitig von nahen Küsten umschlossenen Gebiete der Beltsee die Stauwirkung (67 S. 322) und das Forttreiben von Wassermassen mit dem beim Nachlassen des Winddruckes einsetzenden Rückstrom in Betracht. Auch die plötzliche Abnahme des Salzgehaltes des Meerwassers nach langem und heftigem Regen, der Zustrom aus Flüssen und im Frühling von Schmelzwässern müssen berücksichtigt werden.

Die allgemeinen hydrographischen Verhältnisse der Beltsee sind durch die Arbeiten von Knudsen (31, 32), Krümmel (36), Kohlmann (33), der deutschen Seewarte zu Hamburg (67), Ruppin (62, 63) und Langloff (40) genügend geklärt worden.

Nach Krümmel (Handbuch der Ozeanographie Bd. I 1907, S. 135) umfaßt die Beltsee (nach der vom Zentralausschuß für die internationale Erforschung der nordeuropäischen Meere gegebenen Definition) „sowohl das Gebiet der Belte“ — „wie auch die Kieler Bucht, den Fehmarnbelt, die Mecklenburger Bucht und zuletzt die Kadetrinne bis zur Darßer Schwelle“. In diesem begrenzten Raume spielen sich die Wasseraustauschbewegungen zwischen Nord- und Ostsee ab, sodaß Krümmel (36 S. 27) die Beltsee bekanntlich als „die Mischpfanne der Ostsee“ bezeichnet hat.

Im Winter ist ein Maximum im Oberflächensalzgehalt anzutreffen. Dies wird aus den wegen des Frostes verringerten Zuflüssen süßen Wassers aus der eigentlichen Ostsee und aus den (bei der unruhigen Winterwitterung leicht verständlichen) Durchmischungen oberer und tiefer Schichten erklärt. Infolge der Durchmischungen und nach Knudsen (32 S. 226) auch der Konvektionsströmungen sind der Salzgehalt und ebenso die Temperatur der Oberfläche von denen



der Tiefe im Winter nicht sehr verschieden, und die winterlichen Strömungen folgen wohl meistens dem gerade wehenden Winde (67 S. 325). In den Monaten der Eisschmelze, im April und Mai, ändert sich das Bild. Die um diese Zeit in die Ostsee gewälzten ungeheuren Wassermassen fließen durch Sund und Beltsee in die Nordsee ab. Dieser kräftige Strom schwachsalzigen Wassers bewirkt im Mai bis zum August in der Tiefe einen intensiven Reaktionsstrom kalten, stark salzhaltigen Nordseewassers aus größerer Tiefe und weiterer Entfernung (Rupp in hält Schultz Grund im Kattegat für den Herkunftsort: 62 S. 235). Im August steigt der Salzgehalt der Oberfläche wieder etwas an (62 S. 217). Diese allgemeinen Wasserbewegungen werden in der Kieler Bucht modifiziert. Besonders interessiert hier das Verhalten des Wassers am Feuerschiff Gabelsflach, das der Kieler Förde vorgelagert ist. Kohlmann unterscheidet neben den Strömungen, die nur durch den Wind hervorgerufen werden, vier Stromtypen (siehe Kartenskizzen 33 S. 204). Da nämlich der baltische Strom und die Oberflächenströme aus dem Kattegat die Kieler Bucht selbst nur berühren, kommen in der Bucht Zirkelströme vor, die je nach dem Überwiegen der Stromstärke im Alsen- oder Langelandbelt dem Hauptstrom gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind. Außerdem folgen gemäß der geographischen Gestalt der Küste die Ströme bei Gabelsflach der nordwestlichen und südöstlichen Richtung (40 S. 187).

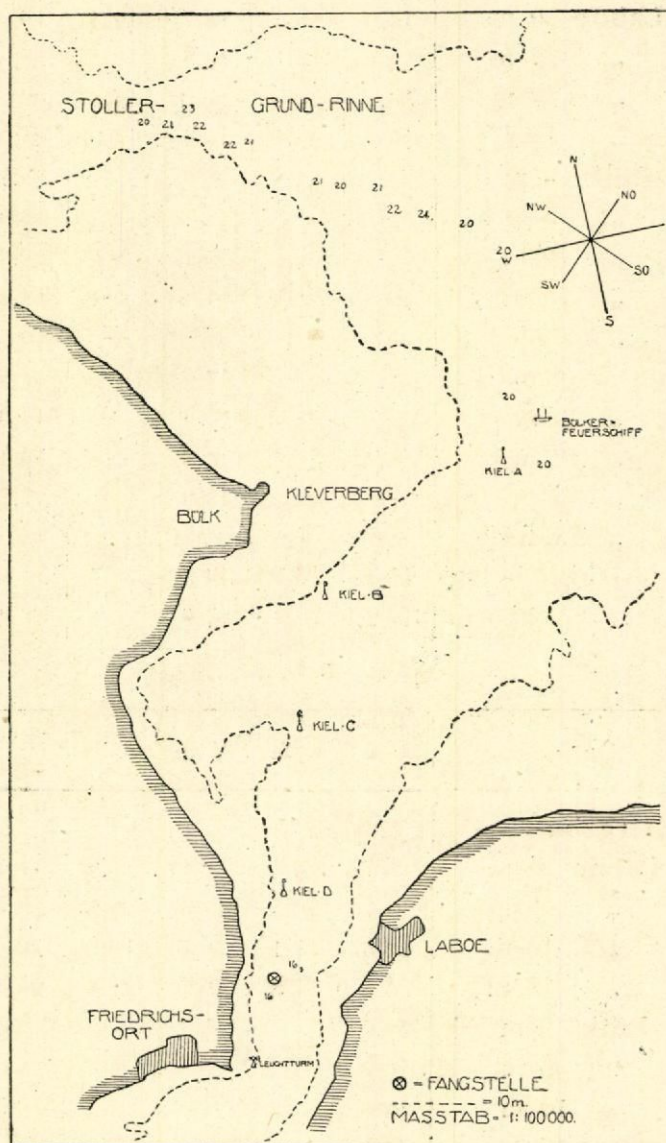
Die Kieler Förde gehört zu dem als Kieler Bucht bezeichneten Teil der Beltsee. Sie dringt tief ins Land ein und weist an den meisten Stellen größere Tiefen auf (vor der Stadt 10 m, bei Friedrichsort 16 m: 46 S. 217 ff.). Man kann an ihr zwei durch die Friedrichsorter Enge geschiedene Abschnitte unterscheiden, die Außen- und die Binnenförde. Der Außenförde vorgelagert sind zwei Bänke, der Stollergrund und das Gabelsflach. Auf dem letzteren liegt das Feuerschiff, auf dem die am Eingang erwähnten hydrographischen Beobachtungen ausgeführt werden. Die Außenförde bildet an der nordwestlichen Küste eine Ausbuchtung, die Strander Bucht, die durch den vom Bülker Leuchtturm vorspringenden steinigen Grund (Kleverberg) gegen die Kieler Bucht abgegrenzt wird (siehe Karte I). In den Binnenhafen mündet auf der südöstlichen Seite das kleine Flößchen Schwentine, dessen Wasser jedoch trotz der geringen Menge berücksichtigt werden muß. Durch die schmale, aber tiefe Stollergrundrinne und die breite, aber flachere Rinne zwischen dem Gabelsflach und der Küste wird dem Wasser der tieferen Schichten der Zugang zum Hafenbecken ermöglicht. Mir scheint die Stollergrundrinne hauptsächlich als Eingangspforte für schweres Wasser in Frage zu kommen.

Die Fänge wurden vom März 1912 bis zum 10. Mai 1913 an der oben beschriebenen Stelle vorgenommen. Mit Hilfe der Feuerschiffbeobachtungen und der Feststellungen auf den „Frieda“- und den Motorbootsfahrten läßt sich ein befriedigendes Bild von den hydrographischen Verhältnissen der Kieler Außenförde im Jahrgang 1912/13 gewinnen. Auf der Tabelle S. 44/45 sind die hydrographischen Beobachtungen zusammengestellt. Nach der Gestalt der Förde kommen an Strömungen nur aus dem Binnenhafen aus- oder in ihn einströmende Wasserbewegungen vor. Und zwar werden nach den Angaben der deutschen Seewarte zu Hamburg (67 S. 381) die Strömungen im Kieler Hafen durch den Wind verursacht. „Bei Bülk kommen keine in den Wind setzenden Strömungen vor“ (67 S. 381). Davon gibt es jedoch Ausnahmen. Es muß nämlich ein an der Außenförde vorbei- oder von ihr wegfließender Strom eine ansaugende Wirkung auf das



Wasser der Förde ausüben, falls diese Wasserbewegungen nicht durch stärkeren Gegenwind gehemmt werden. Da aber die Ströme bei Feuerschiff Gabelsflach öhnehin nicht sehr stark sind (62), werden auch diese Strömungen nicht sehr mächtig sein. Für Bülk stellt die deutsche Seewarte auch schwächere Strömungen als bei Gabelsflach fest (67 S. 381). Andererseits wird in der Strander Bucht analog der Kieler Bucht bei stärker aus- oder eingehendem Strom ein Zirkelstrom entstehen können, der an der Küste entgegengesetzt zu dem in der Mitte der Förde läuft. Einen Anhalt dafür bietet wenigstens die Angabe der deutschen Seewarte, daß bei Bülk südwestliche Strömungen vorherrschend sind (67 S. 381), gegenüber den hauptsächlich nordwestlich gerichteten Strömen bei Gabelsflach. Man kann immerhin, da die Außenförde, wenn der Wind nicht hinein- oder herausweht, dem Winddrucke keine große Fläche zur Stromentwicklung darbietet, diesen Abschnitt der Kieler Bucht als ein ziemlich stilles Randgewässer bezeichnen.

Bei starkem Nord-Ost wird das Wasser im Hafen gestaut, bei kräftigem Süd-West wird es herausgetrieben werden müssen (49 S. 241). Läßt der in den Hafen wehende Wind (nach Meier Nordwest bis Nord und Nordost bis Ost) nach, so werden die gestauten Wassermassen zurückfluten; dasselbe wird natürlich auch umgekehrt bei Nachlassen des hinauswehenden Windes (West bis Süd) stattfinden. Da durch mittleren Winddruck nur Oberflächenschichten in Mitleidenschaft gezogen werden, sind die eben besprochenen Wasserbewegungen nur als solche der obersten Schichten aufzufassen. In der Tiefe werden entgegengesetzt gerichtete Kompensationsströme laufen. Diese über den Boden wegstreichenden Ströme werden die zwischen den Bodenteilchen in stärkerer Konzentration festgehaltenen Nährsalze mit sich führen, und so wird bei Anfüllung des Kieler Hafens mit diesem Wasser eine allgemeine Anreicherung mit Pflanzennährstoffen stattfinden. Dadurch muß natürlich die Pflanzenentwicklung beeinflußt werden, sei es insofern, daß eine schon abklingende Wucherung in die Höhe getrieben wird, oder daß eine kurze vorübergehende Steigerung der Produktion des Wassers an lebendiger Substanz stattfindet. Daß



Karte I.



Tabelle I. Salzgehalt und Temperatur an den Fangtagen. I. Teil.

| Datum                  | 3. IV<br>1912 | 24. IV | 10. V | 22. V | 7. VI | 22. VI | 28. VI | 12. VII | 20. VII | 26. VII | 23. VIII | 11. IX |
|------------------------|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|--------|
| <b>Salzgehalt ‰</b>    |               |        |       |       |       |        |        |         |         |         |          |        |
| <b>Laboe</b> 0 m       | 14,5          | 16,4   | 14,7  | 14,4  | 16,0  | 15,4   | 14,9   | 14,0    | 13,5    | 13,7    | 15,2     | 17,2   |
| „ 5 m                  | 14,8          | 18,1   | 14,8  | 15,1  | 16,5  | 15,4   | 16,0   | 15,1    | 14,3    | 13,8    | 14,9     | 17,3   |
| „ 10 m                 | 15,2          | 20,0   | 17,2  | 17,3  | 16,9  | 15,8   | 16,9   | 16,7    | 14,1    | 15,5    | 20,0     | 18,7   |
| „ 15 m                 | 16,6          | 20,4   | 19,2  | 17,9  | 18,5  | 16,5   | 18,8   | 17,9    | 16,0    | 16,1    | 20,7     | 22,4   |
| <b>Bülk</b> 0 m        | —             | —      | 14,6  | —     | 15,7  | —      | 15,3   | 14,7    | —       | 14,2    | 14,0     | 17,8   |
| „ 5 m                  | —             | —      | 14,7  | —     | 15,8  | —      | 15,9   | 14,5    | —       | 14,5    | 14,0     | 17,7   |
| „ 10 m                 | —             | —      | 15,7  | —     | 17,3  | —      | 17,1   | 16,6    | —       | 15,3    | 19,9     | 18,4   |
| „ 15 m                 | —             | —      | 19,2  | —     | 18,4  | —      | 17,6   | 14,7    | —       | 16,0    | 20,9     | 21,7   |
| „ Boden                | —             | —      | 20,6  | —     | 19,5  | —      | 18,9   | 18,2    | —       | 18,0    | 20,7     | 22,5   |
| <b>O I</b> 0 m         | —             | —      | 14,1  | —     | 14,8  | —      | 13,5   | 13,2    | —       | 12,4    | 15,5     | 17,2   |
| „ 5 m                  | —             | —      | 15,3  | —     | 14,9  | —      | 14,1   | 13,6    | —       | 12,6    | —        | 17,2   |
| „ 10 m                 | —             | —      | 16,6  | —     | 16,4  | —      | 16,2   | 15,9    | —       | 15,6    | —        | 17,3   |
| „ 15 m                 | —             | —      | 19,9  | —     | 17,3  | —      | 17,7   | 17,2    | —       | 17,2    | —        | 19,7   |
| „ Boden                | —             | —      | 20,4  | —     | 18,0  | —      | 18,4   | 18,8    | —       | 18,9    | 13,4     | 22,6   |
| <b>Feuerschiff</b> 0 m | 15,9          | 16,5   | 14,3  | 15,7  | 14,9  | 15,7   | 14,7   | 12,4    | 12,0    | 12,5    | 13,6     | 17,1   |
| „ 12,5 m               | 17,2          | 19,3   | 17,8  | 16,1  | 16,3  | 16,1   | 16,7   | 16,2    | 13,3    | 14,6    | 13,9     | 17,5   |

| Datum                  | 4. X | 4. XI | 6. XII | 30. XII | 24. I<br>1913 | 13. II | 7. III | 27. III | 9. IV | 23. IV | 30. IV | 10. V |
|------------------------|------|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|-------|
| <b>Salzgehalt ‰</b>    |      |       |        |         |               |        |        |         |       |        |        |       |
| <b>Laboe</b> 0 m       | 16,7 | 16,4  | 17,1   | 17,8    | 18,4          | 16,0   | 15,8   | 18,3    | 16,4  | 16,7   | 15,5   | 15,4  |
| „ 5 m                  | 17,7 | 16,5  | 17,6   | 18,0    | 20,1          | 16,4   | 15,9   | 18,6    | 16,8  | 16,9   | 16,6   | 15,8  |
| „ 10 m                 | 19,5 | 17,1  | 18,7   | 18,8    | 20,4          | 16,8   | 17,2   | 19,1    | 17,2  | 17,7   | 17,4   | 16,0  |
| „ 15 m                 | 21,3 | 17,8  | 19,7   | 22,6    | 20,6          | 17,5   | 16,7   | 19,4    | 18,2  | 17,7   | 17,6   | 16,1  |
| <b>Bülk</b> 0 m        | 16,2 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 5 m                  | 16,5 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 10 m                 | 18,8 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 15 m                 | 21,1 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ Boden                | 21,9 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| <b>O I</b> 0 m         | 13,7 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 5 m                  | 13,8 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 10 m                 | 18,3 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ 15 m                 | 20,7 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ Boden                | 21,9 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| <b>Feuerschiff</b> 0 m | 12,7 | 15,0  | 17,9   | 18,9    | 11,2 (?)      | 16,3   | 15,9   | 19,3    | 15,6  | (13,6) | 13,2   | 15,3  |
| „ 12,5 m               | 18,4 | 15,1  | 18,0   | 19,4    | 19,3          | 16,3   | 16,0   | 19,3    | 18,2  | 16,9   | 15,7   | 16,3  |



Tabelle I. Salzgehalt und Temperatur an den Fangtagen. II. Teil.

| Datum                     | 3. IV<br>1912 | 24. IV | 10. V | 22. V | 7. VI | 22. VI | 28. VI | 12. VII | 20. VII | 26. VII | 23. VIII | 11. IX |
|---------------------------|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|--------|
| <b>Temperatur ° C.</b>    |               |        |       |       |       |        |        |         |         |         |          |        |
| <b>Laboe</b> 0 m          | 3,2           | 7,6    | 9,2   | 11,4  | 12,6  | 13,7   | 14,9   | 18,6    | 18,2    | 19,6    | 14,6     | 13,1   |
| „ 5 m                     | 3,2           | 6,2    | —     | 10,6  | —     | 13,7   | —      | —       | 18,4    | —       | —        | —      |
| „ 10 m                    | 3,6           | 4,6    | —     | 8,4   | —     | 12,9   | —      | —       | 18,3    | —       | —        | —      |
| „ 15 m                    | 3,4           | 4,6    | 7,0   | 7,8   | 8,8   | 12,2   | 11,4   | 11,7    | 16,1    | 15,5    | 13,1     | 12,5   |
| <b>Bülk</b> 0 m           | —             | —      | 9,2   | —     | 12,6  | —      | 15,8   | 17,2    | —       | 19,0    | 15,0     | 13,1   |
| „ Boden                   | —             | —      | 5,8   | —     | 7,6   | —      | 9,1    | 10,9    | —       | 12,1    | 12,1     | 12,4   |
| <b>O I</b> 0 m            | —             | —      | 8,8   | —     | 12,5  | —      | 16,4   | 15,4    | —       | 18,3    | 15,8     | 13,4   |
| „ Boden                   | —             | —      | 5,4   | —     | —     | —      | 9,1    | 9,6     | —       | 11,5    | —        | 12,9   |
| <b>Feuerschiff</b> 0 m    | 3,3           | 6,8    | 8,9   | 11,3  | 12,9  | 14,1   | 16,8   | 17,6    | 18,8    | 19,0    | 16,3     | 13,6   |
| „ 12,5 m                  | 3,1           | 6,4    | 8,5   | 10,5  | 12,1  | 13,7   | 15,2   | 17,0    | 18,3    | 18,6    | 16,1     | 13,5   |
| <b>Strom beim</b> vorm.   | N             | W      | WzS   | WNW   | N     | O      | kein   | NW      | N       | NNW     | OSO      | ONO    |
| <b>Feuerschiff</b> nachm. | NNO           | W      | NW    | „     | „     | „      | Strom  | „       | NNW     | NW      | „        | NO     |
| <b>Wind</b> { vorm.       | N2            | Still  | WSW3  | NNW   | SOzO2 | W2     | SW2    | SOzO3   | O3      | OSO3    | WzS5     | SzW3   |
| { nachm.                  | Still         | „      | NW2   | „     | OzN2  | O1     | OzS2   | OSO3    | O4      | OzS3    | W5       | SSO3   |

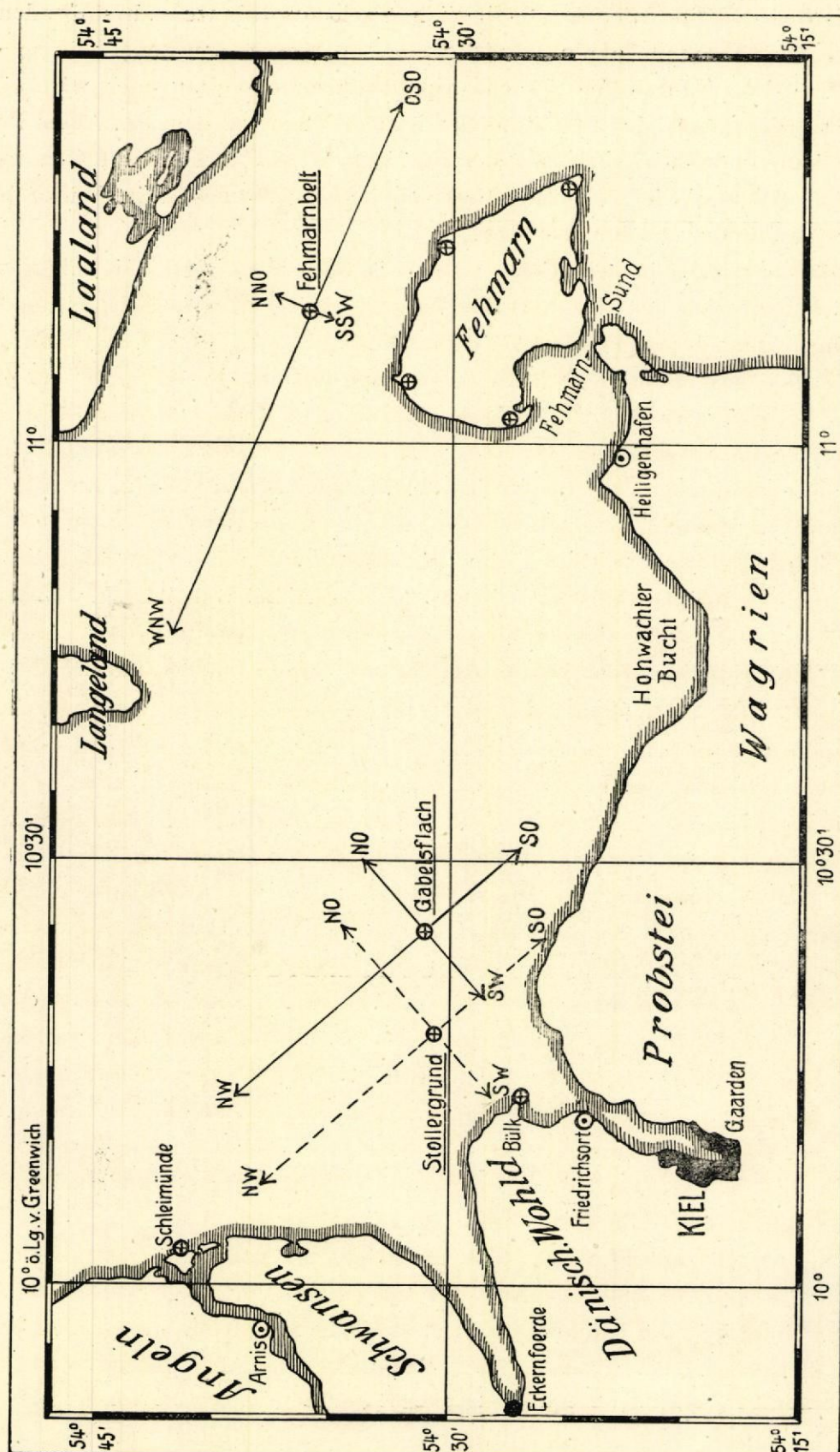
| Datum                     | 4. X | 4. XI | 6. XII | 30. XII | 24. I<br>1913 | 13. II | 7. III | 27. III | 9. IV | 23. IV | 30. IV | 10. V |
|---------------------------|------|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|-------|
| <b>Temperatur ° C.</b>    |      |       |        |         |               |        |        |         |       |        |        |       |
| <b>Laboe</b> 0 m          | 10,4 | 7,2   | 4,9    | 5,3     | 1,5           | 2,5    | 3,0    | 3,5     | 5,6   | 6,0    | 10,0   | 7,8   |
| „ 5 m                     | —    | 7,5   | 5,1    | 5,3     | 1,8           | 2,2    | 3,0    | 3,5     | 5,5   | 5,5    | 7,5    | 7,8   |
| „ 10 m                    | —    | 8,1   | 5,5    | 5,3     | 1,9           | 2,0    | 2,8    | 3,8     | 5,2   | 5,0    | 7,5    | 7,8   |
| „ 15 m                    | 12,3 | 9,0   | 6,0    | 5,3     | 2,3           | 2,5    | 3,0    | 4,0     | 5,2   | 5,0    | 7,5    | 8,0   |
| <b>Bülk</b> 0 m           | 10,4 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ Boden                   | 12,2 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| <b>O I</b> 0 m            | 10,4 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| „ Boden                   | 12,2 | —     | —      | —       | —             | —      | —      | —       | —     | —      | —      | —     |
| <b>Feuerschiff</b> 0 m    | 10,6 | 8,0   | 5,3    | 5,2     | 1,9           | 2,0    | 2,2    | 3,8     | 5,1   | 6,6    | 7,5    | 6,9   |
| „ 12,5 m                  | 11,6 | 8,6   | 5,7    | 7,0     | —             | 1,6    | 2,1    | 3,7     | 4,6   | 5,2    | 6,9    | 6,6   |
| <b>Strom beim</b> vorm.   | NNW  | W     | N      | SSW     | WNW           | —      | O      | WNW     | —     | N      | N      | NO    |
| <b>Feuerschiff</b> nachm. | SW   | „     | „      | S       | W             | —      | „      | NW      | —     | „      | „      | „     |
| <b>Wind</b> { vorm.       | WSW3 | WzN3  | SzO2   | WSW4.5  | SO2           | NWzW1  | W6-7   | SOzO    | WzN2  | NzO3   | S1     | SOzO3 |
| { nachm.                  | „    | W3    | S2     | WzS3    | WSW2          | NWzW5  | „      | OSO4    | NNW   | „      | O1     | „     |



diese Wasserbewegungen gerade an der Fangstelle bei Laboe von großer Wichtigkeit sind, möchte ich an einem Beispiel erläutern. Am 7. Juni 1912 betrug nach der Tabelle I der Salzgehalt bei Laboe (wie ich die Fangstelle kurz bezeichnen will)  $16,0\text{‰}$  in 0 m,  $16,9\text{‰}$  in 10 m und  $18,5\text{‰}$  in 15 m Tiefe; bei Bülk fanden sich bei 0 m  $15,7\text{‰}$ , in 10 m  $17,3\text{‰}$ , in 15 m  $18,4\text{‰}$ ; bei Gabelsflach-Feuerschiff  $14,9\text{‰}$  in 0 m,  $16,3\text{‰}$  in 12,5 m Tiefe; endlich in O I (Friedafahrt) in 0 m  $14,8\text{‰}$ , in 10 m  $16,4\text{‰}$ , in 15 m  $17,3\text{‰}$  Salz. Die Temperatur war in Laboe bei 0 m  $12,6^{\circ}$ , bei 15 m  $8,8^{\circ}$ ; in Bülk bei 0 m  $12,6^{\circ}$ , in über 15 m  $7,6^{\circ}$ ; in O I (Friedafahrt)  $12,5^{\circ}$  in 0 m; beim Feuerschiff in 0 m  $12,9^{\circ}$ , in 12,5 m  $12,1^{\circ}$ . Der Wind kam nach den Feuerschiffprotokollen vormittags aus SO z O, nachmittags aus O z N mit Stärke 2. Die Strömung war in Gabelsflach nach Norden gerichtet. Diese nördliche Strömung wird auf das Wasser der Außenförde ansaugend gewirkt haben, und da der Wind am Vormittag dieses Tages, an dem der Fang stattfand, die nach Norden gerichtete Strömung nicht hemmte, wird ein ausgehender Strom bei Laboe vorhanden gewesen sein. Daß aber umgekehrt ein kompensierender Tiefenstrom zu verzeichnen ist, lehrt die Beobachtung des Tiefensalzgehaltes und der dazu gehörenden Temperatur. Es war nun vom 1. Juni an ein ununterbrochener NW- bis N-Strom bei Gabelsflach zu verzeichnen. Der Wind kam aus den Kompaßvierteln W-S-O, meist aus SW mit Stärke 2 bis 4; er begünstigte also den nordwestlichen Strom. Dieser anhaltende, oben ausgehende Strom muß, wie es aus dem Tiefensalzgehalt auch hervorgeht, einen stark salzhaltigen Kompensationsstrom hervorgerufen haben. Es beträgt der Salzgehalt der Oberfläche in Laboe  $16,0\text{‰}$ , in Bülk  $15,7\text{‰}$  und in Gabelsflach  $14,8\text{‰}$  (Friedafahrt) und  $14,9\text{‰}$  (Feuerschiff). In 10 m Tiefe findet sich bei O I  $16,4\text{‰}$ , bei Bülk  $17,3\text{‰}$ , bei Laboe  $16,9\text{‰}$ . Es ist nicht wahrscheinlich, daß der hohe Salzgehalt bei Laboe auf Mischung beruht, denn zu einer Durchmischung auch nur bis zu 10 m war der Wind zu schwach. Vielmehr ist anzunehmen, daß der hohe Salzgehalt bei Laboe eben durch das mit Nährsalzen bereicherte Kompensationswasser der Tiefe hervorgerufen wird, durch welches das ursprüngliche Oberflächenwasser bei dem dauernd ausgehenden Strom allmählich ersetzt und nur durch städtische Abwässer und den Schwentinezufluß wieder etwas verdünnt ist. Da dies Kompensationswasser mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Kattegat stammt, wird sich also an diesem Tage in der Kieler Förde mit Süßwasser vermischtes Kattegatwasser finden zum Unterschied von Gabelsflach, wo der schwache Oberflächensalzgehalt den baltischen Strom anzeigt. Es liegt auf der Hand, daß diese hydrographischen Verhältnisse auch irgendwie in der Planktonzusammensetzung zum Ausdruck kommen müssen, und daß deshalb die Befunde an der Fangstelle bei Laboe keineswegs ohne weiteres auf die ganze Beltsee ausgedehnt werden können.

Neben diesen Wasserbewegungen kommen beim Vergleich der planktonischen Lebewelt des Außenhafens mit der der Beltsee überhaupt noch andere Faktoren in Betracht. Erstens ist der Hafen, wie ich oben ausgeführt habe, als ein stilles Randgewässer aufzufassen, und es werden dadurch die Bedingungen einer lebhaften Vegetation günstiger. Hensen (27 S. 18) weist ferner darauf hin, daß in dem Kieler Hafen wohl eine leichte Düngung stattfindet, die natürlich, je weiter hinaus in die Bucht man kommt, um so weniger in die Erscheinung treten wird. Dann werden, worauf mich Herr Geheimrat Brandt auf Grund seiner Erfahrungen freundlichst aufmerksam machte, intensive Stauungen und kräftige Winde den weichen Boden aufrühren, so





Karte II. Originalzeichnung von Langloß (Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 1913. Bd. XV.)

⊕ bedeutet Leuchfeuer oder Feuerschiff.

Die Länge der Pfeile entspricht der Häufigkeit der betr. Stromrichtung.



daß die an und zwischen den Bodenteilchen befindlichen gelösten Pflanzennährstoffe dem Wasser beigemischt werden. Durch solche lokale Anreicherung des Wassers an sonst nur spurenweise vertretenen, unentbehrlichen Nährstoffen der chlorophyllführenden Organismen wird ein Unterschied in den Lebensbedingungen des Planktons der Kieler Förde zu dem der freien Beltsee geschaffen. Dasselbe kann natürlich auch bei starkem, das Wasser aus dem Hafen treibenden Winde der Fall sein. Ob und wie weit diese theoretischen Erörterungen in Wirklichkeit zutreffen, werde ich weiter unten auseinandersetzen.

Die Temperaturverteilung in der Kieler Förde ist sehr wechselnd. Sie hängt besonders in der Tiefe natürlich auch von der Herkunft des Wassers ab. So ist zum Beispiel am 7. Juni in der Tiefe, entsprechend dem dort verlaufenden kalten Kattegatstrom, eine Temperatur von  $7,6^{\circ}$  bei Bülk,  $8,8^{\circ}$  bei Laboe gegenüber dem warmen Oberflächenwasser von  $12,6^{\circ}$  bei Bülk und Laboe. Es kommen Fälle vor wie der 12. VII., an dem bei O I  $15,4^{\circ}$ , bei Bülk  $17,2^{\circ}$  und bei Laboe  $18,6^{\circ}$  an der Oberfläche gemessen wurden, während die Feuerschiffprotokolle um 8 Uhr vormittags und 1 Uhr nachmittags  $17,6^{\circ}$  für die Temperatur der Wasseroberfläche angaben, oder auch der 30. IV. 1913, wo man in Gabelsflach  $7,5^{\circ}$  und in Laboe  $10^{\circ}$  fand. Andererseits sind an manchen Tagen die Temperaturen der Oberfläche bei Gabelsflach und Laboe übereinstimmend; dann gibt es Fälle, bei denen umgekehrt das Oberflächenwasser bei Gabelsflach wärmer als das bei Laboe war. Diese Fälle lassen sich wohl auf Durchmischungen mit den kälteren tiefen Schichten und im Winter auf den abkühlenden Einfluß des Landes zurückführen.

Der Salzgehalt in der Tiefe richtet sich nach dem Vorhandensein von salzreichem Zufluß und Durchmischungen mit salzärmeren Oberschichten (62 S. 220 ff.). Für den Salzgehalt der Oberfläche des Kieler Hafens kommt neben den Durchmischungen und den eben besprochenen Strömungsverhältnissen noch die Aussüßung durch Schwentinewasser und städtische Abwässer in Betracht. Lohmann hat bei seinen Untersuchungen des Planktons der Kieler Förde im Jahre 1905/06 (46 S. 220/21) konstatiert, daß „die Abweichungen der Kurve von der Normalen nach oben hin stärker, nach unten hin schwächer als auf den Leuchtschiffen“ gewesen sind. Er findet eine Erklärung hierfür darin, daß die Leuchtschiffe auf flacherem Wasser verankert sind, fügt aber hinzu: „Es ist aber bemerkenswert, daß, wie die Kurven zeigen, selbst der bei Laboe in 10 m Tiefe gemessene Salzgehalt durchschnittlich höher ist als auf der Leuchtschiffstation und seine Kurve in gleichem Sinne abweicht wie die 15 m-Kurve,“ ohne dafür weiter nach einer Erklärung zu suchen. Es zeigen außerdem die Beobachtungen des Feuerschiffes an manchen Tagen eine Differenz mit den auf den „Friedafahrten“ gewonnenen Zahlen, ohne daß dies von erheblicher Bedeutung ist. Das Wasser aus einer Tiefe von 12,5 m ist natürlich andererseits nicht ohne weiteres mit dem aus einer Tiefe von 15 bis 16 m zu identifizieren.

Wenn Lohmann an anderer Stelle (46 S. 226) sagt: „Es konnte von vornherein zweifelhaft sein, ob nicht die Steigerung und Abnahme des Salzgehaltes im Hafen wesentlich hierdurch (nämlich die durch Winde hervorgerufenen aus- und eingehenden Strömungen) bestimmt würde; aber nachdem sich herausgestellt hat, daß diese Verhältnisse für den ganzen Meeresabschnitt gelten und nicht bloß lokale Gültigkeit haben, ist diese Annahme ausgeschlossen,“ so möchte ich diese Worte dahin abändern, daß allerdings die Salzgehaltsverhältnisse der Beltsee im all-



gemeinen auch für die Kieler Förde gelten, daß aber, wie ich oben genügend nachgewiesen zu haben glaube, die aus- und eingehenden Strömungen diese allgemeinen hydrographischen Verhältnisse im Verein mit anderen Faktoren von Fall zu Fall modifizieren und dadurch die Planktonzusammensetzung des Hafens von der der Beltsee verschieden gestalten können. Das hat zum Teil auch Hensen (27 S. 18) auseinandergesetzt. Ich glaube, daß diese Verhältnisse in der Arbeit von Lohmann (46) nicht genügend berücksichtigt worden sind.

Im folgenden werde ich die hydrographischen Veränderungen in den einzelnen Monaten des Jahrganges 1912/13, soweit sie für die Kieler Förde von Wichtigkeit sind, nacheinander untersuchen und für einen jeden Fangtag die Veränderungen mit ihren Ursachen darzustellen suchen, aus denen die augenblicklichen hydrographischen Verhältnisse resultieren. Ähnlich wie es von Büse<sup>1)</sup> für den Fehmarnbelt geschehen ist, habe ich eine Jahresserie von Planktonfängen in ihrem Verhalten zu den Tag für Tag verfolgten hydrographischen Veränderungen dargestellt. —

Der erste Fang, den ich durchgezählt habe, wurde am 1. März 1912 gemacht. Da im Februar das Feuerschiff wegen starken Eises vom 3. bis zum 13. nicht ausgelegt war, habe ich nur die Beobachtungen vom 15. bis zum Ende dieses Monats verwertet. Vom 15. bis zum 22. herrschte starkes Eistreiben, und der gleichzeitige bis zum 20. von N bis W schwankend gerichtete Strom zeigt an, daß dieses Eis aus der Ostsee stammt. Auch auf der dänischen Station „Gjedser Ref“ wurde in den ersten drei Tagen des Monats westliche Eistrift beobachtet. Das Schmelzwasser bewirkt, wie die Figur 1 zeigt, eine Abnahme im Salzgehalt des Oberflächenwassers. Am 22. scheint aus dem großen Belt ein Kompensationsstrom in der Tiefe einzutreten. Weiter aus dem Kattegat wird dieses Wasser nicht stammen wegen des geringen Salzgehaltes und des nicht starken baltischen Stromes der Oberfläche, zu dem es kompensierend wirkt. Eine Durchmischung hat innerhalb dieses Zeitraumes nicht stattgefunden; nur der 25. Februar zeigt eine Annäherung der Kurven, die aus der herrschenden Windstärke 4 und dem plötzlichen Umspringen des Windes aus WzS in NWzW zu erklären ist. Die Temperatur der Wasseroberfläche ist sehr niedrig (bis zum 21. unter 0°), wahrscheinlich infolge des Einflusses der kalten Luft der vorangegangenen Tage und des Vorhandenseins großer schmelzender Eismassen. Nach Aufhören der Eistrift steigt sie, ist aber am Ende des Monats erst auf 1° Wärme angelangt. Die Tiefentemperatur ist vom 15. bis 20. sehr niedrig; sie entspricht der Oberflächentemperatur am Anfang des behandelten Zeitabschnittes und behält diese Temperatur bis zum 21. Februar bei. Dann steigt sie rasch und hält sich bis zum Ende des Monats auf ungefähr gleicher Höhe von 0,5° Wärme. Sie zeigt so sehr schön das Eintreffen des Kompensationsstromes an, steht in Einklang mit den Salzgehaltsverhältnissen und bestätigt durch ihren niedrigen Stand, daß das Wasser aus einer nicht sehr fernen und tiefen Meeresgegend stammt.

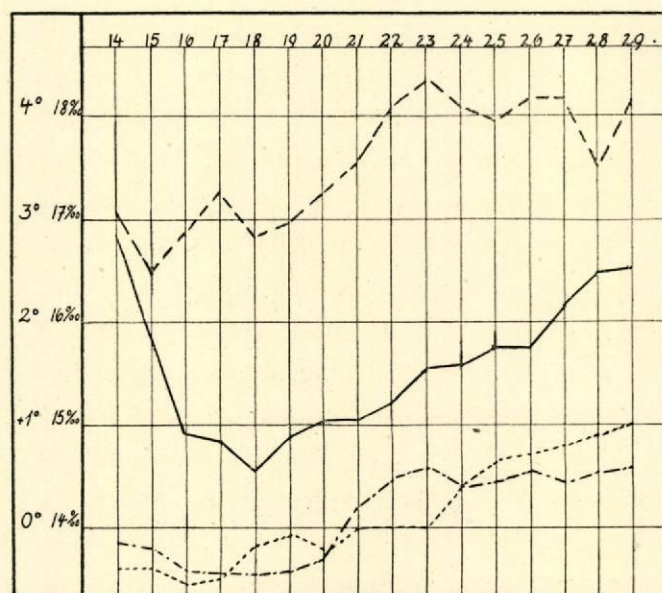
Der bis zum 20. zwischen West und Nord schwankende Strom wechselt vom 20. bis Ende des Monats mehrmals und ist am Fangtage selbst südwestlich, also in die Förde gerichtet. Der

<sup>1)</sup> Theodor Büse: Quantitative Untersuchungen von Planktonfängen des Feuerschiffes „Fehmarnbelt“ von April 1910 bis März 1911. Wissensch. Meeresuntersuchungen Abtlg. Kiel. Bd. 17, S. 229.



gleichzeitig aus den Kompaßvierteln SW und SO mit geringen Unterbrechungen wehende Wind muß das Oberflächenwasser größtenteils aus der Förde treiben. Bis zum 20. unterstützt dieser Wind also die ins Kattegat gehende Strömung und bewirkt nach dem oben Gesagten stärkere Anfüllung des Hafens mit Beltseewasser. Da vom 20. ab der ausgehende Strom durch das bei Gabelsflach in die Förde strömende Wasser gehemmt wird, läßt sich für Ende Februar eine stromstille Zeit für die Kieler Außenförde annehmen. Wahrscheinlich wird auch Oberflächenwasser in die Förde gedrungen sein. Es ergibt sich also für die hydrographischen Verhältnisse am 1. März 1912: Das Wasser stammt hauptsächlich aus dem großen Belt oder den angrenzenden Gebieten, enthält aber auch Oberflächenwasser der westlichen Ostsee, während 14 Tagen ist keine Durchmischung vorgekommen, während 8 Tagen traten keine oder nur schwache Strömungen auf; die Temperatur blieb dauernd tief, schwankte zwischen  $0,5^{\circ}$  und  $1^{\circ}$ . Es wurden an diesem Tage in

Gabelsflach-Feuerschiff bei 0 m  $16,5\text{‰}$ , bei 12,5 m  $17,6\text{‰}$  Salzgehalt, bei 0 m  $1,1^{\circ}$  und bei 12,5 m  $0,7^{\circ}$  Wärme gefunden.



Figur 1.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Februar bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

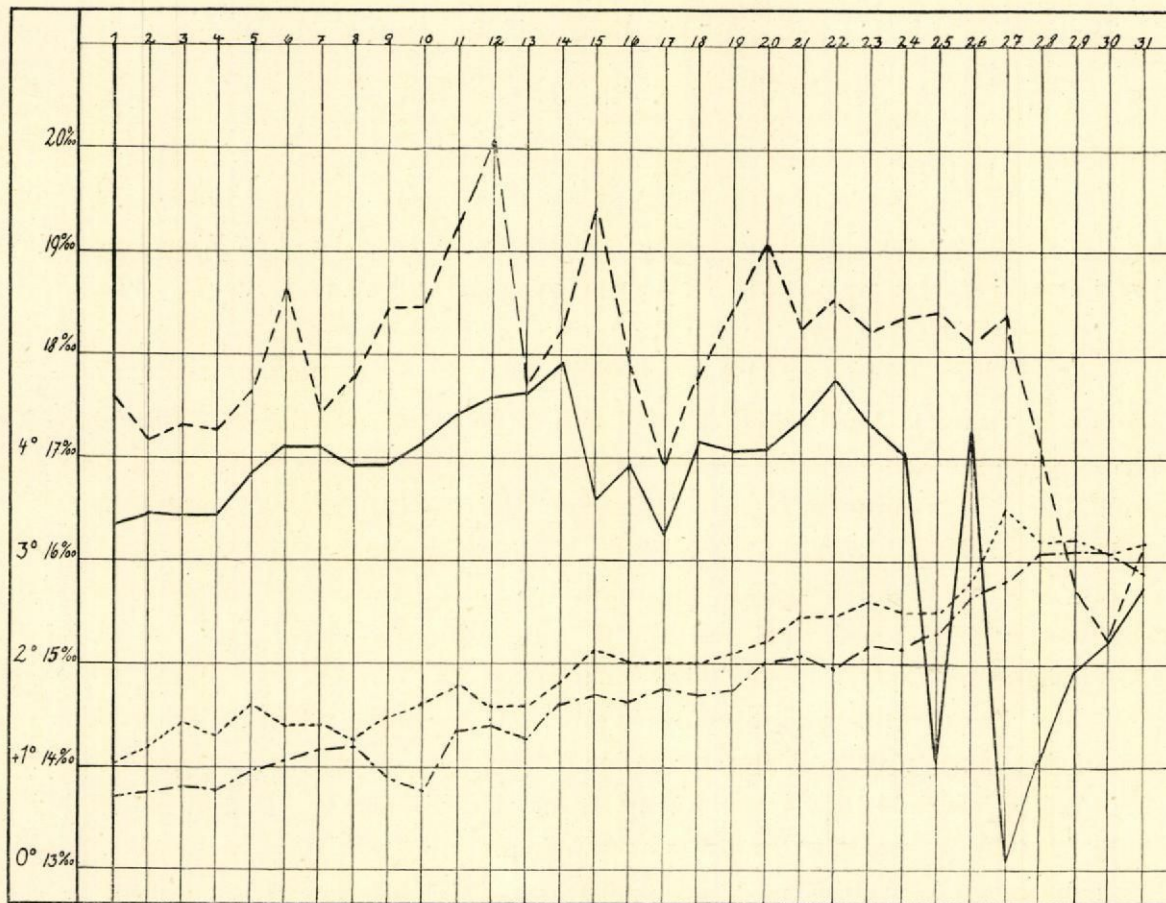
Salzgehalt in 0 m ——— Temperatur in 0 m .....  
 „ „ 12,5 m ——— „ „ 12,5 m ———

Der zweite Fang wurde am 3. April ausgeführt. Anfang März ist der Strom bei Gabelsflach bis zum 10. vorwiegend südöstlich, öfters auch südwestlich gerichtet, der Wind weht vorwiegend bis Stärke 4 aus dem Kompaßviertel Süd bis West, öfters auch Süd bis Ost. Er treibt also um diese Zeit das Oberflächenwasser aus dem Hafen. Der Salzgehalt der Oberfläche schwankt zwischen  $16,5\text{‰}$  und  $17,5\text{‰}$ , der der Tiefe zwischen  $17\text{‰}$  und  $19\text{‰}$ . In der Tiefe scheint vom 8. an stärkerer Zufluß schweren Wassers einzusetzen. Die Temperatur hält sich an der Oberfläche langsam steigend zwischen  $1^{\circ}$  und  $2^{\circ}$ , in der Tiefe um  $1^{\circ}$  herum. Vom 11. ab geht der Strom bei dem Feuerschiff in die Richtung NW über und bleibt mit geringen Unterbrechungen

in dieser Richtung bis zum 25. Analog diesem Verhalten und wohl auch als die Ursache hierfür weht der Wind hauptsächlich aus SO und zwar des öfteren mit großer Stärke, so z. B. am 16. und 17. mit Stärke 5 bis 6. Die Oberflächenströmung muß in dieser Zeit im Hafen oben ausgehend gewesen sein. Allerdings wird dieser Strom oft durch den östlichen Wind unterbrochen und zum Stillstand oder vielleicht auch zum Umkehren veranlaßt worden sein. Unten scheint kompensierend schwereres Wasser nachzuströmen. Die Temperatur steigt langsam sowohl an der Oberfläche wie in 12,5 m Tiefe mit ziemlich gleichbleibender Differenz zwischen den



Schichten. Am 25. erscheint mit intensiver nordnordwestlicher Strömungstendenz schwächer salziges Wasser von 14‰ Salzgehalt aus der Ostsee, wahrscheinlich das Schmelzwasser östlicher Gebiete. Der Wind weht an diesem Tage aus SW mit Stärke 2—3, treibt also das Oberflächenwasser der Förde hinaus, so daß der Hafen selbst von dem schwächer salzigen baltischen Wasser nicht berührt wird. Am 26. März wendet sich der Strom nach SO. Offenbar ist dieser südöstliche Strom bewirkt durch das vorher im Nordwesten gestaute Beltseewasser. Unterstützend wirkt der im Kompaßviertel Nord-West wehende Wind, der am 30. mit einer Stärke von 5—6



Figur 2.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat März 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m - - - Temperatur in 0 m . . . . . Temperatur in 12,5 m - . - . -

eine starke Durchmischung hervorruft, wie sie die Figur 2 sehr schön sowohl im Salzgehalt wie in der Temperatur zum Ausdruck bringt. Entsprechend ist bei Drogden Feuerschiff (7 S. 34) ein nordöstlich gerichteter Strom vorhanden, es fließt eben das schwachsalzige Wasser durch den Sund ab. Die Temperatur steigt langsam oben und unten gleichmäßig bis 3° Wärme an. Der Wind treibt bis zum 28. das Oberflächenwasser aus dem Hafen. Vom 28. an bis Ende des Monats wird der in südöstlicher Richtung an der Außenförde vorbeilaufende Strom bei nordwestlichem Wind eine Ansaugung auf das Hafenwasser ausüben und so einen dauernd ausgehenden Strom unterhalten. Am 31. verstärkt ein SW diese Wasserbewegung. In der Tiefe

7\*

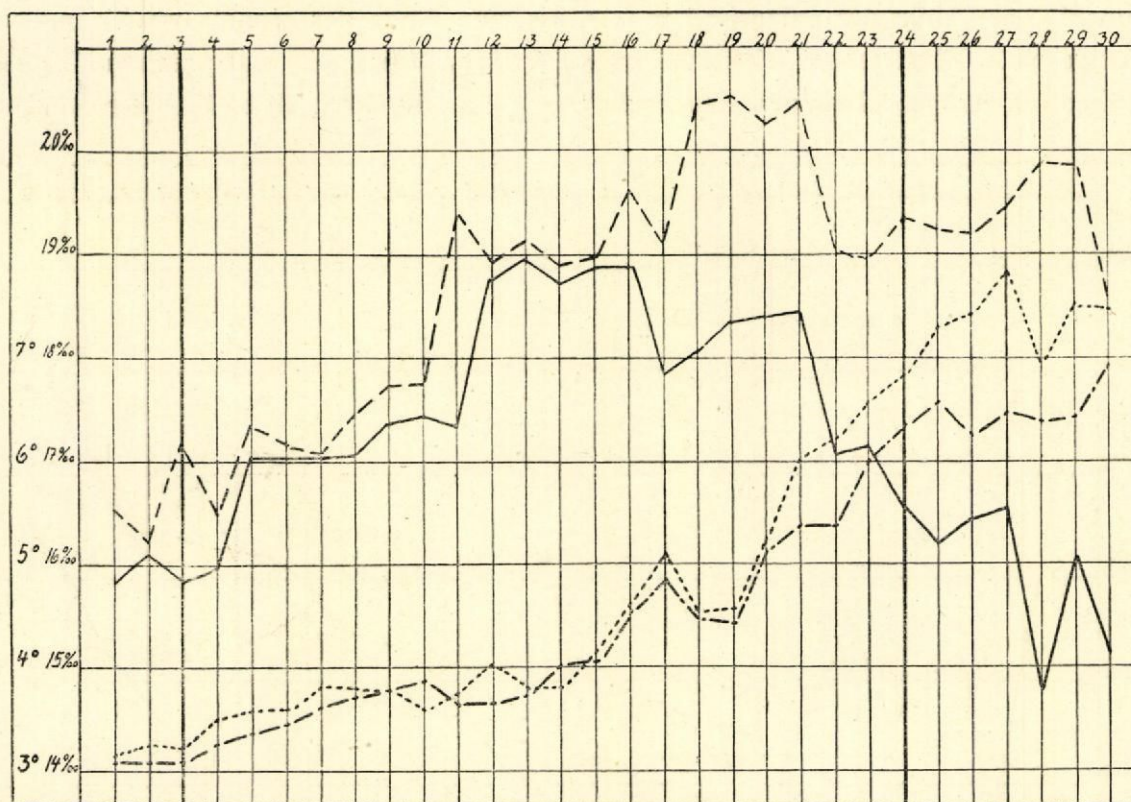


wird wohl ein Kompensationsstrom vorhanden gewesen sein, doch wird er bei dem im allgemeinen niedrigen Tiefensalzgehalt der Beltsee keine allzu hohen Salzwerte aufgewiesen und der Förde auch nur mit wenig baltischem Wasser vermischtes Beltseewasser zugeführt haben. In den ersten Apriltagen wird durch südlich gerichtete Strömung in Gabelsflach der ausgehende Oberflächenstrom gehemmt und am 2. bei Windstärke 4 und bei NzO das Wasser der Kieler Bucht in die Förde getrieben. Da am 1. April noch ausgehender Strom bei SW vorhanden war und am 3. wieder nordöstlicher Strom bei Gabelsflach das Wasser der Förde ansaugt, wird am 2. kein oder nur wenig Oberflächenwasser der Bucht in den Hafen gelangt sein, und die Differenz der Salzgehalte in 0 m bei Laboe und Gabelsflach um  $1,4\text{‰}$  am Fangtage wird man wohl mit Recht der Aussüßung durch Schwentinewasser zuschreiben können. Es gelten also für den Fangtag, den 3. April 1912, folgende Merkmale: Die ersten 10 März tage sind stromstill, dann herrscht bis zum 3. April wechselnd stark ausgehender Oberflächenstrom vor und füllt die Förde mit Beltseewasser von nicht starkem Salzgehalt, dem etwas Ostseeoberflächenwasser durch Windmischungen beigelegt ist. Die Temperatur, etwas höher als Anfang März, ist in Laboe in 0 m  $3,2^{\circ}$ , in 10 m  $3,6^{\circ}$ , in 15 m  $3,4^{\circ}$ , in Gabelsflach in 0 m  $3,3^{\circ}$ , in 12,5 m  $3,1^{\circ}$ . Die im Boden befindlichen Pflanzennährstoffe sind wohl etwas aufgerührt.

Vom 4. bis zum 11. April steigt der Salzgehalt der Tiefe wie der der Oberfläche kontinuierlich. Am 5., 6. und 7. scheinen bei einem zwischen W und NW mit Stärke 3—5 schwankenden Winde Mischungen vorgekommen zu sein. Dasselbe ist am 12. der Fall gewesen, zu welcher Zeit ein NW mit Stärke 6—7 wehte. Der Ende März beobachtete Vorstoß süßen Wassers aus der Ostsee hat, wie auch die Salzgehaltsbestimmungen des dänischen Feuerschiffes Gjedser Ref (7 S. 47) ergeben, aufgehört und setzt erst am 17. dieses Monats wieder ein. Am 11. macht sich der Zufluß schwereren Wassers in der Tiefe bemerkbar, das vom 18. bis zum 22.  $20\text{‰}$  Salzgehalt überschreitet. Die Temperatur wird allmählich bis zum 16. höher. Am 17. April, dem Tage des Zufließens stärker ausgesüßten Wassers an der Oberfläche, steigt die Temperatur bei 0 m plötzlich an. Am 23. erreicht die Wasserwärme  $7^{\circ}$  an der Oberfläche. Der Strom ist bei Gabelsflach bis zum 12. sehr wechselnd. Es läßt sich immerhin ein Vorwiegen nach S bis O gerichteter Oberflächenströmungen konstatieren. Vom 13. bis zum 20. läuft der Strom kontinuierlich nach Osten, vom 20. bis zum 24. nach Norden bis Westen. Die Windrichtung wechselt gemäß den Strömungen bis zum 12., es läßt sich aber leicht eine allgemeine Richtung des Windes aus dem Kompaßviertel Nord bis West feststellen. Zeitweise erreicht er große Stärke, so am 9. Stärke 5—8, am 12. 6—7. Bis zum 16. behält er die nordwestliche Richtung bei, um vom 16. bis zum 24. April hauptsächlich aus Osten bis Süden mit gleichmäßiger zwischen 1 und 3 schwankender Stärke zu wehen. In der Förde wird bis zum 13. eine oft durch eingehenden Strom unterbrochene ausgehende Strömung vorhanden gewesen sein, die aber bei dem oft hemmenden Wind keine besondere Stärke erreicht haben kann; an manchen Tagen ist eine Stauung sehr wahrscheinlich. Am 12. muß der starke NO-N-Wind Stauung verursachen, bis zum 16. wird ausgehender Strom vorhanden gewesen sein. Vom 16. bis zum 20. wird der dem Strom bei Gabelsflach fast entgegengesetzt gerichtete Wind den ausgehenden Strom zum Aufhören gebracht und



andererseits dem Eindringen von baltischem Oberflächenwasser entgegengewirkt haben. Vom 20. bis zum 21. April wird das Wasser in den Hafen geströmt sein, am 22. und 23. muß der wehende Nordost diese Bewegung verstärkt haben. Für den Fangtag, den 24. April, gelten somit folgende Merkmale: Das Wasser des Hafens ist bis zum 13. April ein wenig abwechselnd aus- und eingeströmt; am 12. ist durch Stauung und starken Wind Durchmischung eingetreten; bis zum 16. ist der Strom in 0 m wieder schwach



Figur 3.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat April 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m ---- Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m -.-.-.

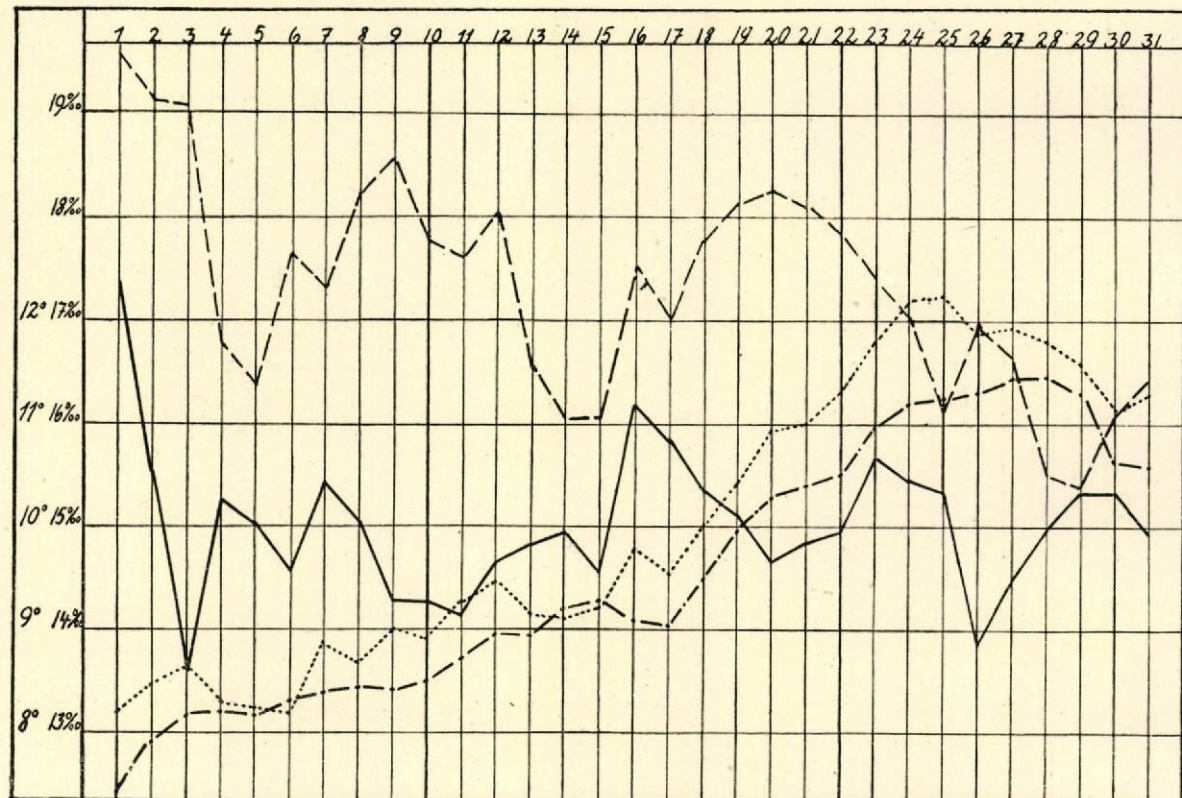
ausgehend; vom 16. bis zum 20. sind wohl keine oder nur geringe Wasserbewegungen vorhanden gewesen, dann trat wieder ein geringer einlaufender Strom auf. Der Kompensationsstrom in der Tiefe hat nicht viel schweres Wasser in den Hafen gebracht; schwach salziges Ostseewasser ist nur wenig in die Förde getrieben. Der Salzgehalt und die Temperatur betragen am 24. April:

|              |        | Salzgehalt | Temperatur |
|--------------|--------|------------|------------|
| Laboe        | 0 m    | 16,4 ‰     | 7,6 °      |
| „            | 5 m    | 18,1 ‰     | 6,2 °      |
| „            | 10 m   | 20,0 ‰     | 4,6 °      |
| „            | 15 m   | 20,4 ‰     | 4,6 °      |
| Gabelsflach- | 0 m    | 16,5 ‰     | 6,8 °      |
| Feuerschiff  | 12,5 m | 19,3 ‰     | 6,4 °      |



Wenn die Oberflächensalzgehalte auch ziemlich gleich sind, zeigt sich doch in 10 m Tiefe bei Laboe stärker salziges Wasser als bei Gabelsflach in 12,5 m Tiefe. Die Temperatur ist in Laboe höher, und ich glaube deshalb nicht, daß das Oberflächenwasser der beiden Stellen des Kieler Außenhafens die gleiche Herkunft hat, sondern daß das Wasser in Laboe das durch längeres Verweilen im Binnenhafen wärmer und salzärmer gewordene Kompensationswasser ist. Der hohe Salzgehalt zeigt ferner die Herkunft aus dem Kattegat deutlich an.

Vom 25. April sinkt der Salzgehalt in 0 m bis zum Ende des Monats weiter und zeigt damit das fortgesetzte Einströmen schwachsalzigen Ostseewassers an. Entsprechend ist der Salzgehalt bei Gjedser Ref und Drogden Feuerschiff sehr niedrig (55 S. 46 u. 47). Der Salzgehalt bei



Figur 4.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Mai 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . — . — .

12,5 m Tiefe hält sich zwischen 18,5 ‰ und 20 ‰. Die Temperatur der Oberfläche bewegt sich bis zum 30. zwischen 7° und 8°, die der Tiefe zwischen 6° und 7°. Der Strom ist bei Gabelsflach bis zum Ende des Monats nach Nord oder Nordwest gerichtet. Der Wind weht wechselnd, stärker (2—3) aus Nordnordwest und Nordwest und schwächer (1—2) aus Ost, Süd und Osnordost. Durchmischungen kommen in dieser Zeit nicht vor. Anfang Mai sinkt der Oberflächensalzgehalt weiter und hält sich bis zum 10. zwischen 13 ‰ und 15,5 ‰. Der Salzgehalt in 12,5 m Tiefe schwankt etwas stärker; er liegt meistens zwischen 19 ‰ und 17 ‰. Am 4. Mai ist bei einem aus NW z W wehenden Winde mit Stärke 5 eine Mischung der beiden beim Feuerschiff allein



beobachteten Schichten vorgekommen, die sich auch am 5. noch zeigt. Der nach diesen Tagen wieder schnell ansteigende Salzgehalt zeigt an, daß in der Tiefe ein andauernder salzreicher Gegenstrom vorherrscht. Die Oberflächentemperatur hält sich langsam steigend zwischen  $8^{\circ}$  und  $9^{\circ}$ . Die Wasserwärme der Tiefe steigt ebenfalls langsam und liegt nicht weit von der Oberfläche entfernt. Der in den ersten Maitagen östlich und südöstlich gerichtete Strom schlägt vom 6. bis zum 10. mehr eine nördliche und nordwestliche Richtung ein. Der Wind weht anfangs aus SW und W, dann nach einer zwei Tage andauernden nordwestlichen Richtung, aus O, SO und SW. In der Förde wird bis Ende April ein öfters durch Winde gehemmter schwach eingehender Strom vorhanden gewesen sein. Bis zum 10. Mai wird dann ein durch günstige Winde oft unterstützter, oben ausgehender Strom vorgeherrscht haben. Es gelten also für den nächsten Fangtag, den 10. Mai, folgende Merkmale: Die Ende April ein-, dann ausgehende Oberflächenströmung wird bei dem in der Beltsee allgemein vorherrschenden tiefen, salzreichen Kompensationsstrom etwas stärkere Anfüllung des Hafens mit Kattegatwasser bewirken. Es wurden an Salzgehalt und Temperatur am 10. Mai gefunden:

|               |        | Salzgehalt | Temperatur |
|---------------|--------|------------|------------|
| Laboe         | 0 m    | 14,7 ‰     | 9,2°       |
| „             | 5 m    | 14,8 ‰     |            |
| „             | 10 m   | 17,2 ‰     |            |
| „             | 15 m   | 19,2 ‰     | 7,0°       |
| Bülk          | 0 m    | 14,6 ‰     | 9,2°       |
| „             | 5 m    | 14,7 ‰     |            |
| „             | 10 m   | 15,7 ‰     |            |
| „             | 15 m   | 19,2 ‰     |            |
| „             | Boden  | 20,6 ‰     | 5,8°       |
| Gabelsflach   | 0 m    | 14,1 ‰     | 8,8°       |
| (Friedafahrt) | 5 m    | 15,3 ‰     |            |
| „             | 10 m   | 16,6 ‰     |            |
| „             | 15 m   | 19,9 ‰     |            |
| „             | Boden  | 20,4 ‰     | 5,4°       |
| Gabelsflach-  | 0 m    | 14,3 ‰     | 8,9°       |
| Feuerschiff   | 12,5 m | 17,8 ‰     | 8,5°       |

Die am 4. Mai eingetretene Mischung wird sich wohl auch noch in ihren Folgen bemerkbar machen.

Der Salzgehalt der Oberfläche bleibt vom 10. bis zum 22. Mai im allgemeinen zwischen 14 ‰ und 16 ‰, der der Tiefe von 12,5 m zwischen 16 ‰ und 18 ‰. Am 13. und 14. bewirkt der mit Stärke 5–8 aus Nordwest zu West wehende Wind eine Durchmischung der verschiedenen Wasserschichten, die in der Kurve Figur 4 schön zum Ausdruck kommt. Die Oberflächentemperatur steigt um diese Zeit sehr rasch von  $9^{\circ}$  auf  $11^{\circ}$ , ebenso die der Tiefe von  $8,5^{\circ}$  auf  $10,5^{\circ}$ . Die Strömung ist bei Gabelsflach Feuerschiff schwankend, im allgemeinen jedoch nach NNW gerichtet.



Am 13. und 14. Mai, den Tagen stürmischen NW-Windes, ist sie südöstlich und südwestlich gerichtet. Der Wind treibt bis zum 13. das Wasser der Förde, da er aus SW weht, hinaus, der darauf einsetzende starke Nordwest wird das Hafenwasser aufrühren und etwas anstauen. Die in Gabelsflach mehr südwestlich gerichtete Strömung scheint diese Annahme zu bestätigen, so daß ein Eindringen von Oberflächenwasser aus der Bucht wahrscheinlich ist. Nach schwachem, kurzdauerndem, in die Förde wehendem Winde kommt wieder der Nordwestwind zur Geltung, der nur am 20. und 21. von einer vorwiegend östlich orientierten Luftströmung und einem am 19. das Wasser heraustreibenden Winde unterbrochen wird. Es gelten für den 22. Mai mithin folgende Merkmale: Der anfangs (11.—13. V.) ausgehende Oberflächenstrom wird durch eine eingehende zu Stauung und Durchmischung am 13. und 14. führende Wasserbewegung unterbrochen. Darauf folgt eine relativ stromstille Zeit, in der hauptsächlich ausgehende Oberflächenströmungen vorherrschen.

|              |        | Salzgehalt | Temperatur |
|--------------|--------|------------|------------|
| Laboe        | 0 m    | 14,4 ‰     | 11,4°      |
| „            | 5 m    | 15,1 ‰     | 10,6°      |
| „            | 10 m   | 17,3 ‰     | 8,4°       |
| „            | 15 m   | 17,9 ‰     | 7,8°       |
| Gabelsflach- | 0 m    | 15,7 ‰     | 11,3°      |
| Feuerschiff  | 12,5 m | 16,1 ‰     | 10,5°      |

Die Salzgehalte zeigen, daß am Fangtage der Strom ausgehend gewesen ist; wahrscheinlich ist der niedrige Salzgehalt der Oberfläche in Laboe durch Aussüßung mit Schwentinewasser verursacht worden. Es würde somit am 22. Mai an dem Fangort hauptsächlich Tiefenwasser gewesen sein, das durch die vorhergehenden Durchmischungen mit baltischem Oberflächenwasser durchmischt und mit Pflanzennährsalzen bereichert wurde.

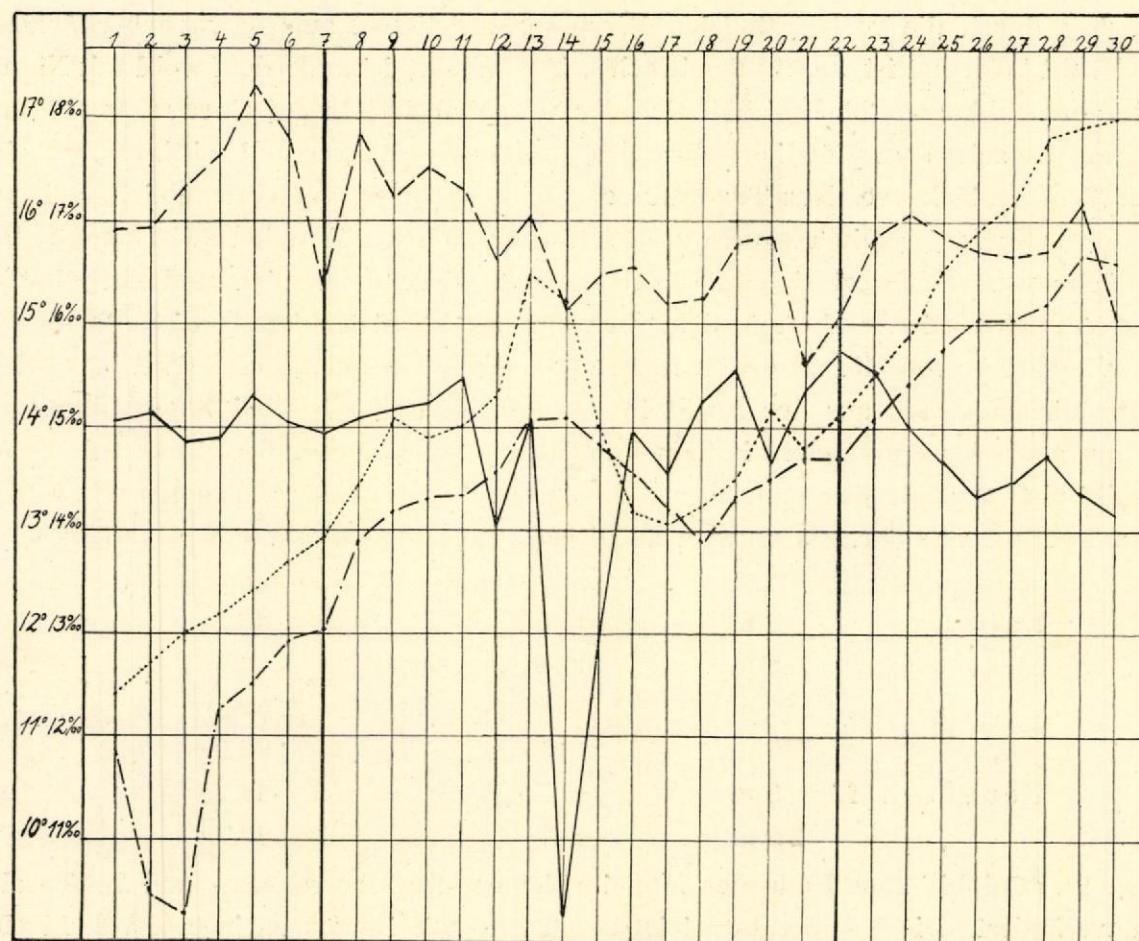
Bis Ende Mai sinkt der Tiefensalzgehalt beständig. Das Wasser in 0 m Tiefe scheint bei 14 ‰ Salzgehalt seine für diese Zeit charakteristische Grenze zu haben, die aber durch intensive Mischungen meist der der Tiefe von 12,5 m genähert wird. Der Wind weht hauptsächlich aus West oder Nordwest, meist mit Stärke 3—4. Das Wasser der Oberfläche bewegt sich bei Gabelsflach-Feuerschiff bis Ende Mai im allgemeinen mit nordwestlicher Stromtendenz, die durch den W-NW-Wind in eine westliche und südwestliche umgebogen wird. Dabei muß das Oberflächenwasser in den Hafen getrieben und eine, wenn auch nicht erhebliche Stauung hervorgerufen werden. In den ersten 7 Tagen des Monats Juni hält sich das Oberflächenwasser konstant auf einem zwischen 15—16 ‰ schwankenden Salzgehalt und zeigt eine von 11,5° bis 13° steigende Temperatur. In 12,5 m Tiefe findet sich ein im allgemeinen zwischen 17 ‰ und 18 ‰ liegender Salzgehalt. Die Tiefentemperatur steigt nach kurzem Abfall dauernd an. Der Wind weht fast ständig aus Südwest und verursacht so einen ununterbrochen ausgehenden Oberflächen- und eingehenden tiefen Kompensationsstrom. Entsprechend ist die Stromrichtung beim Feuerschiff dauernd nördlich und nordwestlich gerichtet. Es ergeben sich für den Fangtag am 7. Juni folgende Merkmale: Nach etwa einwöchiger Stauung und Durchmischung mit Hin-



eintrieb von schwachsalzigem Wasser dauernd ausgehender Strom in 0 m mit tiefem Kompensationsstrom.

Salzgehalt und Temperatur wurden am 7. Juni gefunden:

| Laboe |      | Salzgehalt | Temperatur |
|-------|------|------------|------------|
|       |      | 0 m        | 12,6°      |
| „     | 5 m  | 16,5 ‰     |            |
| „     | 10 m | 16,9 ‰     |            |
| „     | 15 m | 18,5 ‰     | 8,8°       |



Figur 5.

**Salzgehalt und Temperatur im Monat Juni 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.**

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — — — — —

| Bülk |       | Salzgehalt | Temperatur |
|------|-------|------------|------------|
|      |       | 0 m        | 12,6°      |
| „    | 5 m   | 15,8 ‰     |            |
| „    | 10 m  | 17,3 ‰     |            |
| „    | 15 m  | 18,4 ‰     |            |
| „    | Boden | 19,5 ‰     | 7,6°       |



|                   |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|--------|------------|------------|
| O I (Friedafahrt) | 0 m    | 14,8‰      | 12,5°      |
| „                 | 5 m    | 14,9‰      |            |
| „                 | 10 m   | 16,4‰      |            |
| „                 | 15 m   | 17,3‰      |            |
| „                 | Boden  | 18,0‰      |            |
| Feuerschiff       | 0 m    | 14,9‰      | 12,9°      |
| „                 | 12,5 m | 16,3‰      | 12,1°      |

Oben habe ich schon ausgeführt, daß am 7. Juni die Außenförde hauptsächlich mit Kattegatwasser, dem durch die vorhergehenden Mischungen vielleicht auch etwas Oberflächenwasser der Kieler Bucht beigefügt ist, angefüllt sein wird. Das Wasser ist außerdem wohl mit Nährstoffen bereichert. Vom 8. bis zum 22. Juni hält sich der Salzgehalt in 0 m auf einer Höhe von ungefähr 15‰; nur am 14. zeigt sich plötzlich sehr stark ausgesüßtes Wasser und mit ihm auch ein jäher Anstieg der Temperaturkurve. Das Tiefenwasser bleibt ebenfalls auf einer gleichmäßigen Höhe zwischen 16‰ und 18‰. Die Temperaturen schwanken oben wie unten zwischen 13° und 14°. Das Oberflächenwasser bewegt sich in Gabelsflach vorwiegend nördlich und nordwestlich, an einigen Tagen auch östlich und südöstlich. Der anfangs hauptsächlich in die Förde wehende schwache Wind treibt vom 15. an das Wasser aus dem Hafen; am 16. und 17. dringt bei WNW-Winden Oberflächenwasser aus der Bucht in die Förde und wird bei Stärke 5 mit tieferen Schichten durchmischt; dann setzt bis zum Fangtag am 22. ausgehender Strom bei WSW-Wind ein. Es ergibt sich also für den Fangtag am 22. Juni: Im Hafen befindet sich durchmisches Tiefenwasser. Es wurden an diesem Tage folgende Werte gefunden:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 15,4‰      | 13,7°      |
| „           | 5 m    | 15,4‰      | 13,7°      |
| „           | 10 m   | 15,8‰      | 12,9°      |
| „           | 15 m   | 16,5‰      | 12,2°      |
| Feuerschiff | 0 m    | 15,7‰      | 14,1°      |
| „           | 12,5 m | 16,1‰      | 13,7°      |

Vom 23. Juni bis zum Ende des Monats bleiben der Oberflächen- und Tiefensalzgehalt ziemlich unverändert. Die Temperatur steigt rasch in 0 wie in 12,5 m, in 0 m von 14° bis 17°, in 12,5 m von 14° bis 16°. Der Wind treibt das Wasser aus dem Hafen, ebenso ist die Strömung bei dem Feuerschiff im allgemeinen nördlich gerichtet. Vom 1. bis zum 12. Juli hält sich der Salzgehalt der Tiefe auf 15–17‰, der der Oberfläche sinkt sehr stark. Er zeigt damit stärkeres Eindringen baltischen Wassers an. Die Temperatur steigt weiter, an der Oberfläche bis 18°, in der Tiefe bis 17°. Die Strömung zeigt bei Gabelsflach eine vorwiegend nordwestliche Richtung und wird mit wenig Ausnahmen einen ausgehenden Strom in der Förde hervorrufen. Der diese Bewegungstendenz des Wassers anfangs befördernde Wind drückt vom 2. bis zum 12. Juli das Wasser der Oberfläche mehr in den Hafen, ohne Stauung und Durchmischung zu verursachen. Es ergeben sich für den Fangtag am 12. Juli folgende Merkmale: Bis zum 2. Juli aus-



gehender Strom, dann stromstille Zeit mit etwas Eindringen ausgesüßten Oberflächenwassers aus der Bucht in den Hafen. Keine Stauung und Durchmischung. Hauptsächlich wird wohl Kattegatwasser vorhanden gewesen sein.

Salzgehalt und Temperatur betragen am 12. VII.:

|                   |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|--------|------------|------------|
| Laboe             | 0 m    | 14,0 ‰     | 18,6°      |
| „                 | 5 m    | 15,1 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 16,7 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 17,9 ‰     | 11,7°      |
| Bülk              | 0 m    | 14,7 ‰     | 17,2°      |
| „                 | 5 m    | 14,5 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 16,6 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 14,7 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 18,2 ‰     | 10,9°      |
| O I (Friedafahrt) | 0 m    | 13,2 ‰     | 15,4°      |
| „                 | 5 m    | 13,6 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 15,9 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 17,2 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 18,8 ‰     | 9,6°       |
| Feuerschiff       | 0 m    | 12,4 ‰     | 17,6°      |
| „                 | 12,5 m | 16,2 ‰     | 17,0°      |

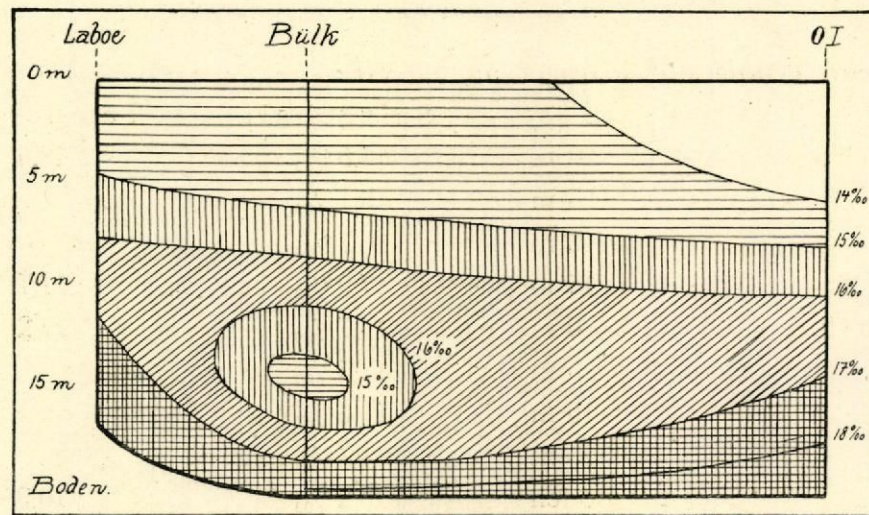
Hierbei zeigt es sich deutlich, wie der tiefe Kompensationsstrom den Hafen mit salzreichem Wasser angefüllt hat. Außerdem muß das Wasser, wie die hohe Temperatur beweist, längere Zeit im innern Hafen verweilt haben.

Es ergibt sich aber bei Betrachtung der Salzgehaltswerte noch eine andere eigentümliche Erscheinung. Es schichtet sich nämlich bei Bülk (siehe Fig. 6) Wasser von 14,7 ‰ zwischen Wasser von 16,6 ‰ und 18,2 ‰ Salzgehalt. Der am 12. Juli mit Stärke 3 wehende OSO scheint als Ursache für diese eigentümliche Schichtung nicht in Frage zu kommen. Da nun bei Bülk schon die Einwirkung des in der Beltsee laufenden baltischen Stromes sich geltend machen muß, möchte ich diese Schichtung daraus erklären, daß das stärker salzige Wasser des ausgehenden Fördestromes beim Zusammentreffen mit dem ausgesüßten Beltseewasser Stromkabelungen hervorruft.

Vom 13. bis zum 20. Juli zeigt der Salzgehalt bei 12,5 m Tiefe einen jähen Abfall. Auch in der Oberflächenkurve sieht man starke Schwankungen. Da sich diese Veränderungen nicht durch den schwachen Wind erklären lassen, wird man nicht fehlgehen, wenn man um diese Zeit einen sehr starken Zustrom baltischen Wassers und eine Verminderung oder ein Fehlen des Kattegatzustromes annimmt. Die Strömung ist bei dem Feuerschiff nordwestlich bis nördlich gerichtet; der Wind weht aus OSO, O und N, wird mithin zwar das nordwestlich strömende Wasser etwas in den Außenhafen treiben, am 18. ein wenig die oberen Schichten durcheinander bringen, sonst



aber keine Stauung bewirken. Es ergeben sich für die hydrographischen Verhältnisse der Kieler Außenförde am 20. Juli folgende Merkmale: Das Wasser ist nicht sehr von dem am



Figur 6.

Die Schichten von gleich hohem Salzgehalt sind gleichartig schraffiert.

12. Juli verschieden, auch das Tiefenwasser, das aber bei der in 15 m herrschenden Salzarmut nicht sehr schwer ist und wohl auch einiges Beltseeoberflächenwasser enthält. Die an diesem Fangtage gefundenen Werte waren folgende:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 13,5 ‰     | 18,2°      |
| "           | 5 m    | 14,3 ‰     | 18,4°      |
| "           | 10 m   | 14,1 ‰     | 18,3°      |
| "           | 15 m   | 16,0 ‰     | 16,1°      |
| Feuerschiff | 0 m    | 12,0 ‰     | 18,8°      |
| "           | 12,5 m | 13,3 ‰     | 18,3°      |

Die obenstehenden Ausführungen werden durch diese Werte bestätigt.

Vom 21. bis zum 26. Juli steigt der Salzgehalt der Tiefe wieder bis 15 ‰, an der Oberfläche hält er sich zwischen 10 ‰ und 12 ‰. Die Temperatur bleibt oben zwischen 19° und 20°, unten zwischen 18° und 19°. Schon daraus läßt sich ersehen, daß das Wasser bis 12 m herab baltisches Wasser ist und daß dies ausgesüßte und warme Wasser das kalte und schwere des Kattegats entweder verdrängt, wie ich mehr glauben möchte, oder daß der tiefe Kompensationsstrom aufgehört hat. Der Strom ist in diesen Tagen bei Gabelsflach nordwestlich bis nördlich gerichtet, der Wind weht anfangs schwach aus ONO und treibt etwas Oberflächenwasser der Bucht in die Förde, dann aus OSO. Es ergeben sich für den 26. Juli folgende Merkmale: Nur schwach ausgehende Wasserbewegung, das Wasser ist fast das gleiche wie am 20. Juli. Keine Stauung und Durchmischung. Es wurden an diesem Fangtage folgende Werte gefunden:



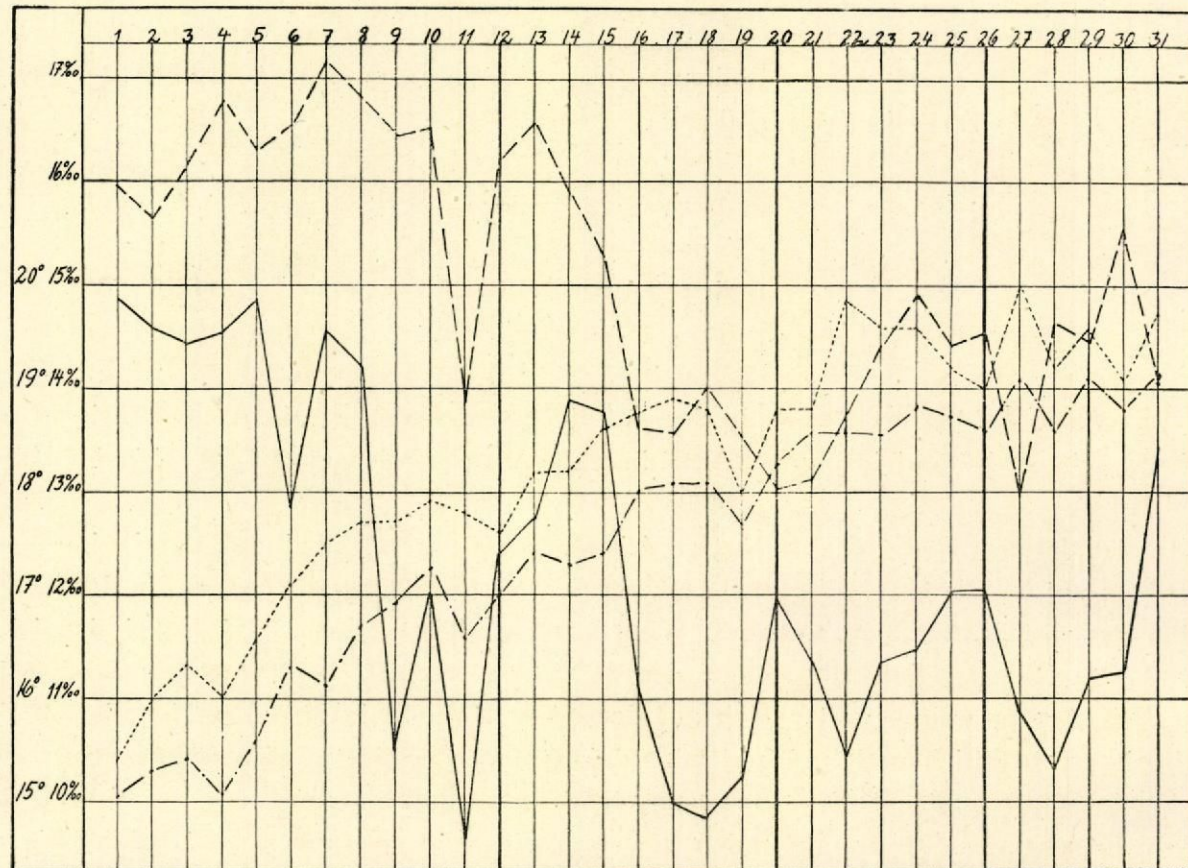
|                   |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|--------|------------|------------|
| Laboe             | 0 m    | 13,7 ‰     | 19,6 °     |
| „                 | 5 m    | 13,8 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 15,5 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 16,1 ‰     | 15,5 °     |
| Bülk              | 0 m    | 14,2 ‰     | 19,0 °     |
| „                 | 5 m    | 14,5 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 15,3 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 16,0 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 18,0 ‰     | 12,1 °     |
| O I (Friedafahrt) | 0 m    | 12,4 ‰     | 18,3 °     |
| „                 | 5 m    | 12,6 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 15,6 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 17,2 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 18,9 ‰     | 11,5 °     |
| Feuerschiff       | 0 m    | 12,5 ‰     | 19,0 °     |
| „                 | 12,5 m | 14,6 ‰     | 18,6 °     |

Aus diesen Zahlen ergibt sich in der Tat, daß wenig oder gar kein Oberflächenwasser in die Förde gelangt ist und im ganzen fast dasselbe Wasser wie am 20. Juli sich im Hafen befunden hat.

In den letzten Tagen des Juli zeigt der Salzgehalt in 0 wie in 12,5 m keine Veränderungen. Nur am 31. findet eine starke Annäherung der Oberflächenkurve an die der Tiefe statt, ohne daß der mit Stärke 2—3 wehende Wind aus SW dies erklärte. Wahrscheinlich ist dieser starke Oberflächensalzgehalt die Folge des beim Feuerschiff beobachteten südsüdöstlichen Stromes. Die Temperaturen halten sich auf derselben Höhe. Die Strömung ist bis auf den 31. nördlich bis nordwestlich gerichtet und wird das Wasser des Kieler Hafens ansaugen. Der aus SW wehende Wind verstärkt diese Bewegungstendenz, so daß bis zum Ende des Monats Juli ein intensiver ausgehender Strom vorhanden gewesen sein muß. Anfang August erfolgt bis zum 5. wieder ein intensiverer Zufluß schwachsalzigen Wassers bei fast andauerndem nördlichen und nordwestlichen Strom. In der Tiefe von 12,5 m sinkt der Salzgehalt von 15,1 ‰ herab. Am 12. tritt bei einem Westnordwestwinde mit Stärke 4—6 Durchmischung ein, die noch am 13. und 14. an der Kurve deutlich zum Ausdruck kommt. Vom 17. an steigt der Salzgehalt der Tiefe von 12,5 m jäh an. Ich glaube, daß dadurch ein Merkmal für stärkeres Zuströmen salzreicheren Wassers aus dem Kattegat gegeben ist. Das oft so wechselnde Verhalten der Salzgehaltswerte in 12,5 m Tiefe zeigt besonders auch an der Hand der aus 20 m Tiefe gewonnenen Ergebnisse, daß eine Tiefe von 12,5 m nicht immer für die Bestimmung der hydrographischen Verhältnisse in größeren Tiefen der Beltsee verwertet werden darf. Denn die Tiefe von 12,5 m bildet in der Kieler Bucht ungefähr die Grenze zwischen Oberflächen- und Tiefenstrom, und der Salzgehalt wird sich nach der Stärke der betreffenden Ströme richten. Die Temperatur der Oberfläche nimmt wie die der Tiefe kontinuierlich ab. Sie sinkt in 0 m von 19,3 ° auf 16,3 ° am 23., dem nächsten zu be-



handelnden Fangtag, in 12,5 m von 19° auf 16,1°. Der Zufluß stärker ausgesüßten Wassers scheint vom 6. bis zum Ende des Monats allmählich abzunehmen. Die Strömung ist bei Gabelsflach bis zum 9. fast ausschließlich nordwestlich bis nördlich gerichtet und wird das Oberflächenwasser der Förde ansaugen. Der Wind springt in diesen Tagen sehr oft um. Immerhin kann man trotzdem ein Überwiegen südwestlicher Winde konstatieren. Diese müssen natürlich die ausgehende Strömung im Hafen verstärken. Vom 10. bis zum 23. August wechselt die Strömung beim Feuerschiff sehr, immerhin läßt sich ein kleines Mehr an nordwestlichen Strömungen er-



Figur 7.

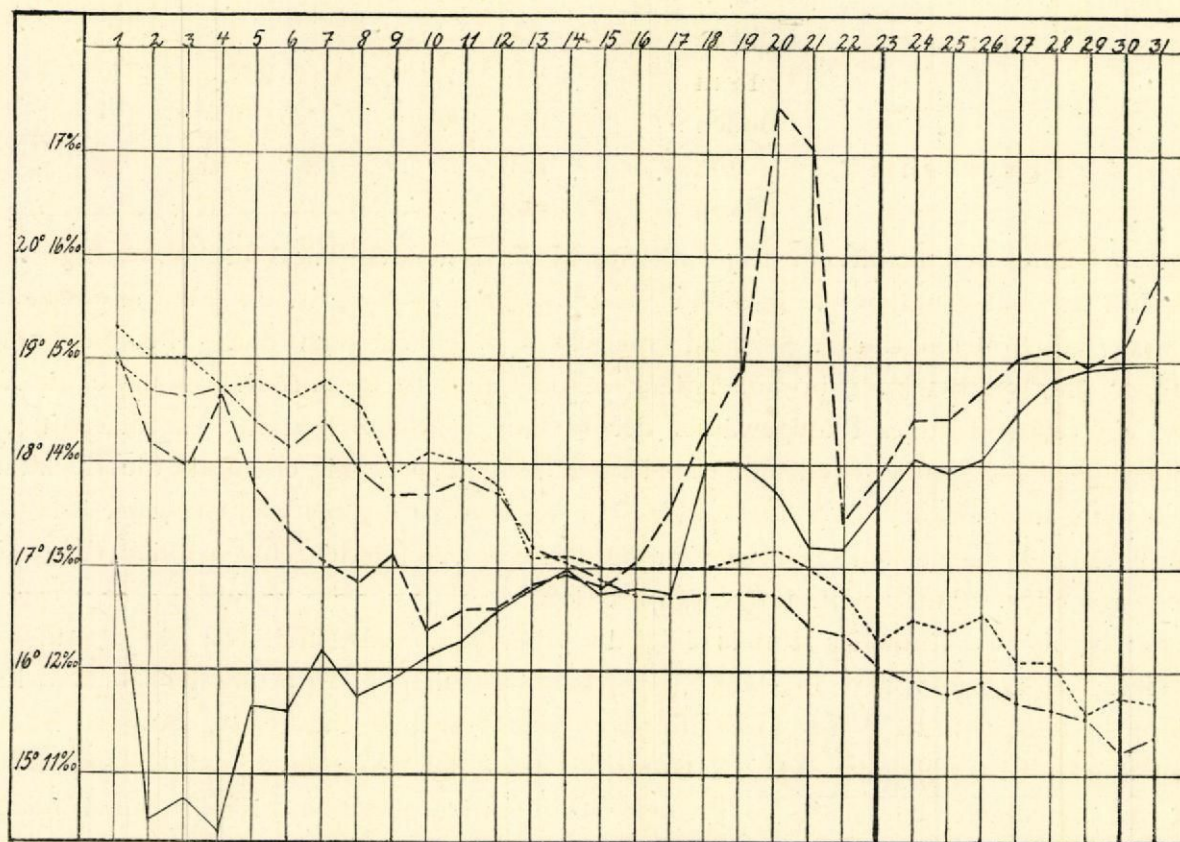
#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Juli bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m ——— Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m ———

kennen. Danach sind südwestliche Strömungen die vorherrschenden. Es ist wahrscheinlich, daß diese Strömungen als Reaktionsströme gegenüber den vorhergehenden nördlichen Wasserbewegungen aufgefaßt werden können. Das wird noch verständlicher, wenn man sich die Windverhältnisse dieser Zeit ansieht. Der Wind weht nämlich fast ohne Unterbrechung, und öfters, so am 23. (Stärke 5) mit großer Heftigkeit, aus West oder Südwest, müßte also eigentlich eine nördliche Strömung hervorrufen. Durch diese kontinuierlichen südwestlichen Winde wird ein andauernd ausgehender Strom im Hafen hervorgerufen worden sein müssen, dessen Mächtigkeit allerdings durch den in Gabelsflach verlaufenden entgegengesetzten Strom gehemmt sein wird.



Für den Fangtag am 23. August würden mithin folgende Merkmale gelten: Vom 27. Juli bis zum 23. August ist ein fast dauernd stark ausgehender Oberflächenstrom in



Figur 8.

**Salzgehalt und Temperatur im Monat August 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.**

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m ---- Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m -.-.-.

der Kieler Förde vorhanden gewesen und dementsprechend in der Tiefe salzreiches Wasser eingeströmt. Das Wasser des Hafens wird am 23. fast ausschließlich Kattegatwasser sein. Diesen Erwägungen entsprechen die in Laboe, Bülk und Gabelsflach an diesem Tage gefundenen Werte:

|       |       | Salzgehalt | Temperatur |
|-------|-------|------------|------------|
| Laboe | 0 m   | 15,2 ‰     | 14,6 °     |
| „     | 5 m   | 14,9 ‰     |            |
| „     | 10 m  | 20,0 ‰     |            |
| „     | 15 m  | 20,7 ‰     | 13,1 °     |
| Bülk  | 0 m   | 14,0 ‰     | 15,0 °     |
| „     | 5 m   | 14,0 ‰     |            |
| „     | 10 m  | 19,9 ‰     |            |
| „     | 15 m  | 20,9 ‰     |            |
| „     | Boden | 20,7 ‰     | 12,1 °     |



|                   |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|--------|------------|------------|
| O I (Friedafahrt) | 0 m    | 15,5 ‰     | 15,8°      |
| „                 | 5 m    |            |            |
| „                 | 10 m   |            |            |
| „                 | 15 m   |            |            |
| „                 | Boden  | 13,4 (!) ‰ |            |
| Feuerschiff       | 0 m    | 13,6 ‰     | 16,3°      |
| „                 | 12,5 m | 13,9 ‰     | 16,1°      |

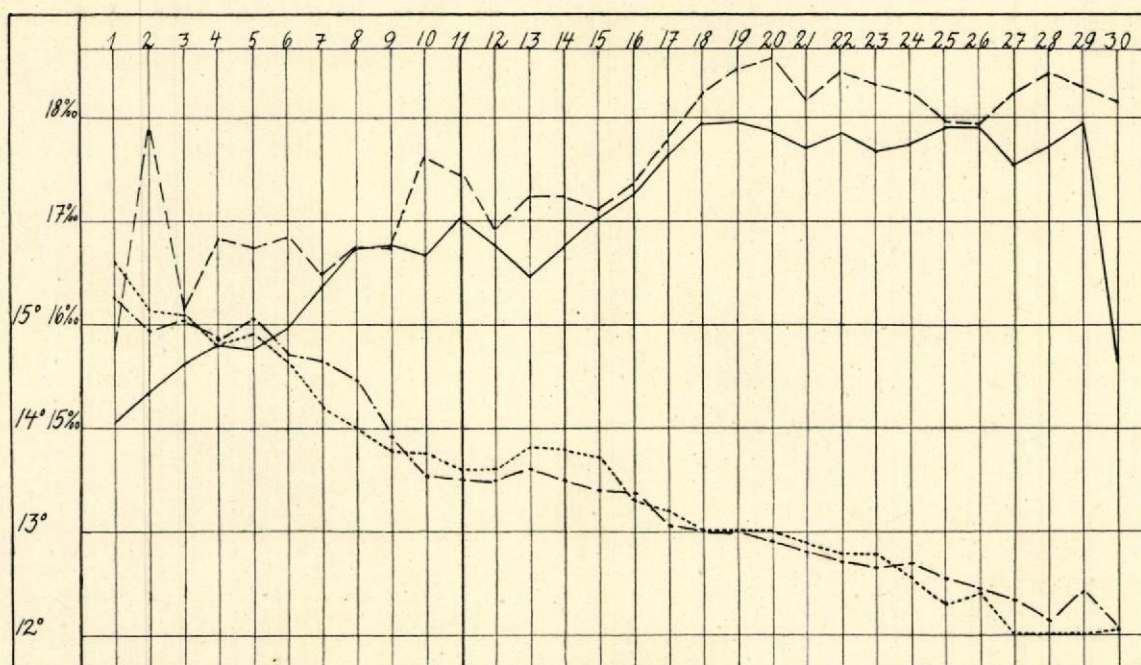
Die Wirkung des an diesem Tage mit Stärke 5 wehenden West-Süd-West zeigt sich an der Inversion der Salzgehaltswerte in Laboe und besonders in Gabelsflach. Für Gabelsflach wird auch in dem Fahrtjournal starker Seegang angegeben. Zugleich zeigt dieses Beispiel, um wieviel kräftiger die Windwirkung in Gabelsflach als in Laboe ist, so daß die Annahme, die Außenförde sei ein relativ ruhiges Randgewässer der Beltsee, zu Recht besteht. Aus den Differenzen der Temperaturen bei Laboe, Bülk und Gabelsflach scheint sich mir ebenfalls die Herkunft des Wassers in 0 m aus dem der Tiefe für Laboe sehr deutlich zu ergeben. Es ist ferner wahrscheinlich, daß die am 12. eingetretene Durchmischung der Wasserschichten eine Anreicherung mit den am Boden lagernden Pflanzennährstoffen bewirkt hat.

Vom 24. bis zum Ende des Monats steigt der Oberflächensalzgehalt von 14,1 ‰ auf 15,0 ‰, der der Tiefe von 12,5 m von 14,5 ‰ auf 15,8 ‰ kontinuierlich. Ebenso ununterbrochen sinkt die Temperatur in 0 m von 16,5° auf 15,7°, die der Tiefe von 15,9° auf 15,4°. Am 28. findet bei einem mit Stärke 4—6 wehenden NW z N Durchmischung der einzelnen Schichten statt. Die Strömung ist in Gabelsflach-Feuerschiff vorwiegend nordwestlich gerichtet, bisweilen auch nach Südwest und West. Der Wind weht in diesen Tagen vorwiegend aus Südwest. Er wird eine im allgemeinen ausgehende Strömung hervorgerufen haben. Am 28. wird der starke NW z N das Oberflächenwasser der Kieler Bucht in den Hafen treiben und dort eine vorübergehende Stauung verursachen.

Anfang September steigt der Salzgehalt in 0 m bis zum 11. von 15,1 ‰ auf 17,1 ‰, der der Tiefe von 12,5 m von 15,8 ‰ auf 17,5 ‰. Daraus geht hervor, daß der Zustrom süßeren Wassers aus der Ostsee immer mehr nachläßt. In der Tiefe scheint am 2. und 10. bis 11. stärkerer Zufluß schwereren Wassers stattzufinden. Im allgemeinen hält sich aber die Salzgehaltskurve in 12,5 m unter 17 ‰. Am 6., 7. und 8. findet bei aus NW und SW mit Stärke 4 wehendem Winde eine Annäherung der oberen an die untere Kurve statt. Die Temperatur sinkt an der Oberfläche von 15,6° bis 13,6° am 11., in der Tiefe von 15,3° bis 13,5°. Der Strom ist bei Gabelsflach-Feuerschiff bis zum 11. September vorwiegend nordwestlich bis nordöstlich gerichtet und muß das Oberflächenwasser des Hafens ansaugen. Der Wind weht wechselnd, hauptsächlich aber aus südlicher und südwestlicher Richtung und wird mit einigen Unterbrechungen einen aus der Förde ausgehenden Strom unterhalten. Nur am 7. und 8. wird ein starker NW diese Bewegung hemmen; ebenso wird am 10. ein aus Norden wehender Wind das Wasser der Bucht in den Hafen treiben. Trotzdem dürfte nicht viel Beltseeoberflächenwasser an den Fangort in Laboe gelangt sein. Für den 11. September erhalte ich somit folgende Merkmale: Vom



24. August bis zum Fangtage ist mit geringen Unterbrechungen ein ausgehender Strom in 0 m in der Kieler Außenförde vorhanden gewesen. Es haben am 28. August und vom 6. bis 8. September Mischungen durch Auf-



Figur 9.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat September 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m - - - Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m - . - . -

wühlung der in der Tiefelagernden spezifisch schwereren Schichten stattgefunden. Die Temperatur sinkt. Am Fangtage wurden folgende Werte für Salzgehalt und Temperatur gefunden:

|                   |       | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|-------|------------|------------|
| Laboe             | 0 m   | 17,2 ‰     | 13,1 °     |
| "                 | 5 m   | 17,3 ‰     |            |
| "                 | 10 m  | 18,7 ‰     |            |
| "                 | 15 m  | 22,4 ‰     | 12,5 °     |
| Bülk              | 0 m   | 17,8 ‰     | 13,1 °     |
| "                 | 5 m   | 17,7 ‰     |            |
| "                 | 10 m  | 18,4 ‰     |            |
| "                 | 15 m  | 21,7 ‰     |            |
| "                 | Boden | 22,5 ‰     | 12,4 °     |
| O I (Friedafahrt) | 0 m   | 17,2 ‰     | 13,4 °     |
| "                 | 5 m   | 17,2 ‰     |            |
| "                 | 10 m  | 17,3 ‰     |            |
| "                 | 15 m  | 19,7 ‰     |            |
| "                 | Boden | 22,6 ‰     | 12,9 °     |



|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Feuerschiff | 0 m    | 17,1 ‰     | 13,6°      |
| „           | 12,5 m | 17,5 ‰     | 13,5°      |

Wenn auch nicht so ausgesprochen wie am 23. VIII., läßt sich doch auch an diesem Tage erkennen, daß bei Bülk und Laboe mehr Tiefenwasser vorhanden ist als bei Gabelsflach. Auch der hohe Salzgehalt zeigt dies und damit die Herkunft aus dem Kattegat. Dasselbe scheinen auch die Temperaturen zu beweisen. Allerdings ist es auch möglich, daß sich die Nähe des Landes dabei bemerkbar macht.

Vom 12. bis zum 19. September steigt der Salzgehalt in 0 m wie in 12,5 m wieder an; von diesem Zeitpunkte bis zum Ende des Monats halten sich dann die Kurven in ungefähr gleichmäßiger Höhe, unten zwischen 18 ‰ und 19 ‰, oben zwischen 17 ‰ und 18 ‰. Am 30. scheint wieder ein stärkerer Zustrom baltischen Wassers einzusetzen. Die Temperatur sinkt dauernd in 0 wie in 12,5 m Tiefe, und zwar an der Oberfläche von 13,6° auf 12,1°, in 12,5 m von 13,5° auf 12,1° C. Am 15. und 17. treten bei Windstärke 4—5 Durchmischungen verschiedener Schichten ein, wie überhaupt die Windstärken dauernd nicht unter 2 heruntergehen. Die Strömung in Gabelsflach ist vom 12. bis zum 19. wechselnd, Nordost-, Nordwest- und Süd-Südweststrom halten sich das Gleichgewicht. Erst vom 19. bis zum 28. September kommt die nordwestliche Richtung zum Durchbruch. In den letzten Tagen schlägt sie wieder mehr nach SW um. Der Wind weht vom 12. bis zum 27. aus nordwestlicher bis nordöstlicher Richtung fast ohne Unterbrechung. Nur in den letzten Tagen kommt er aus SO. Er wird in dieser ganzen Zeit wohl das Oberflächenwasser der Kieler Bucht in den Hafen getrieben und zugleich, besonders am 15. und 17., Mischungen verursacht haben. Vom 15. bis zum 27. weht er ununterbrochen in die Förde und muß demzufolge dort das Wasser stauen. In den ersten Tagen des Monats Oktober läßt sich ein intensiver Zustrom baltischen Wassers feststellen, zugleich zeigt aber die höhere Erhebung der 12,5 m-Salzgehaltskurve, daß ebenfalls der schwere, tiefe Kompensationsstrom mächtiger geworden ist. Die Temperatur des Oberflächenwassers sinkt von 12,2° auf 10,6°, die der Tiefe von 12,2° auf 11,6°. Die Strömung ist in den ersten vier Tagen vorwiegend nordwestlich gerichtet. Der Wind weht am 1. Oktober aus SO, dann aus N bis NO. Am Fangtage selbst treibt ein WSW das Wasser aus der Förde. Für den 4. Oktober möchte ich mithin folgende Merkmale geltend machen: Vom 12. September an ist das Oberflächenwasser der Beltsee fast ununterbrochen in den Hafen getrieben worden, so daß am Fangtage hauptsächlich stark gemischtes Oberflächenwasser in der Förde gewesen sein wird. Am 15. und 17. September haben Durchmischungen stattgefunden. Folgende Werte wurden gemessen:

|       |      | Salzgehalt | Temperatur |
|-------|------|------------|------------|
| Laboe | 0 m  | 16,7 ‰     | 10,4°      |
| „     | 5 m  | 17,7 ‰     |            |
| „     | 10 m | 19,5 ‰     |            |
| „     | 15 m | 21,3 ‰     | 12,3°      |



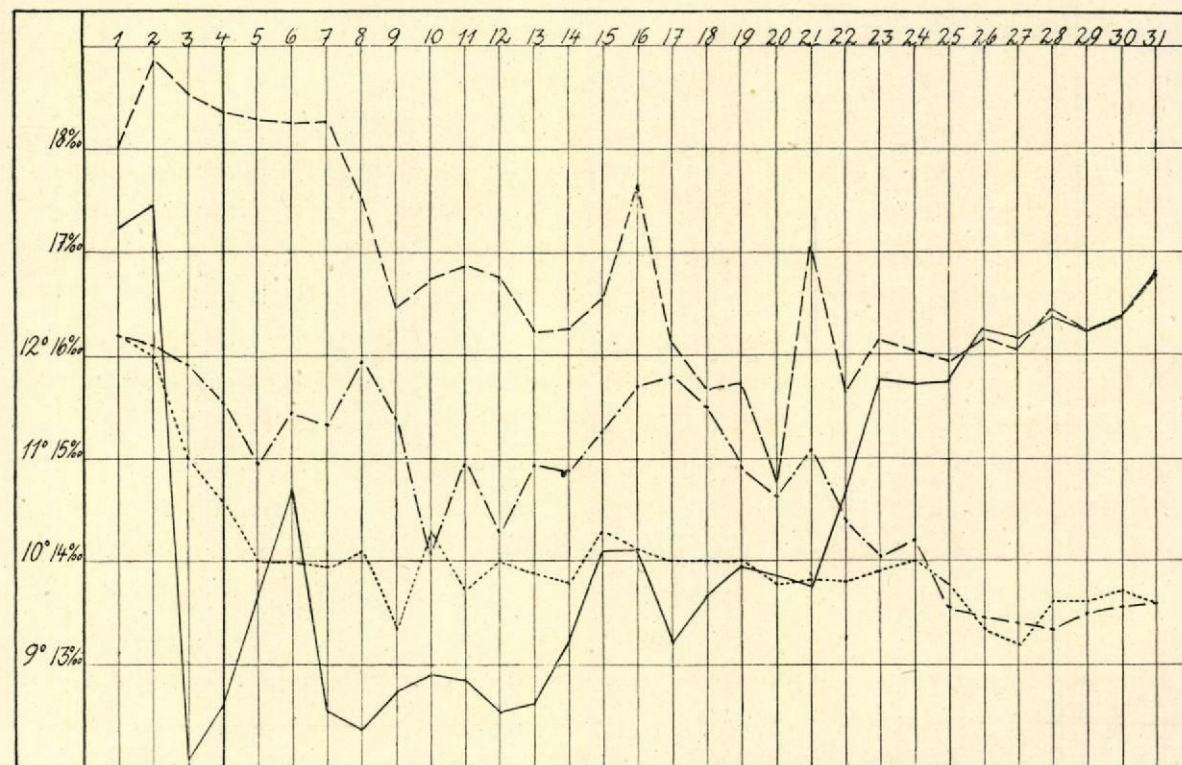
|                   |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------------|--------|------------|------------|
| Bülk              | 0 m    | 16,2 ‰     | 10,4 °     |
| „                 | 5 m    | 16,5 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 18,5 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 21,1 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 21,9 ‰     | 12,2 °     |
| O I (Friedafahrt) | 0 m    | 13,7 ‰     | 10,4 °     |
| „                 | 5 m    | 13,8 ‰     |            |
| „                 | 10 m   | 18,3 ‰     |            |
| „                 | 15 m   | 20,7 ‰     |            |
| „                 | Boden  | 21,9 ‰     | 12,2 °     |
| Feuerschiff       | 0 m    | 12,7 ‰     | 10,6 °     |
| „                 | 12,5 m | 18,4 ‰     | 11,6 °     |

Der hohe Salzgehalt läßt sich hier daraus erklären, daß eben lange Zeit hindurch das durchmischte und deshalb abnorm schwere Wasser der letzten Septemberhälfte aus der Kieler Bucht in den Hafen getrieben wurde. Andererseits verhinderte der Ende des Monats wehende SO das Hineinströmen des zu diesem Zeitpunkte sehr stark ausgesüßten Ostseewassers. Vom 5. Oktober an sinkt der Tiefensalzgehalt etwas und hält sich bis zum 16. zwischen 16 ‰ und 17 ‰. Im letzten Drittel des Monats kommen Durchmischungen des Oberflächenwassers mit dem der Tiefe von 12,5 m vor. Der Salzgehalt der Oberfläche bleibt bis zum 22. zwischen 12 ‰ und 14 ‰ und steigt dann schnell an, was wohl ohne weiteres auf die Wirkung der Durchmischung mit tieferen Schichten zurückgeführt werden kann. Die bis zum 20. deutlich erkennbare Differenz zwischen der Oberflächentemperatur und der Temperatur der Tiefe von 12,5 m hört vom 23. an auf und zeigt dadurch ebenfalls die Ausgleichung verschiedener Schichten durch den Wind an. Die Strömung ist oben bei Gabelsflach-Feuerschiff am 5. und 6. südlich und südwestlich gerichtet, schlägt dann aber bis zum 29. Oktober in die nördliche bis westliche Richtung um, die sie in dieser Zeit fast gleichmäßig beibehält. Ende des Monats kommt dann wieder die südliche und südwestliche Richtung zum Durchbruch. Der Wind weht bis zum Ende des Monats aus Südwest bis Südost mit nur geringfügigen Unterbrechungen und wird also entsprechend der durch die nordwestliche Strömung beim Feuerschiff verursachten Ansaugung einen fast ununterbrochen ausgehenden Strom in der Förde hervorgerufen haben. Am 23. und später vom 25. bis 27. werden durch den mit Stärke 6 und 4 wehenden Wind verschieden schwere Wasserschichten ausgeglichen worden sein. Vom 1. bis zum 4. November sinken die Salzgehalte der Oberfläche und der Tiefe von 12,5 m gleichmäßig. Ebenso werden die Temperaturen niedriger. Die Strömung ist südöstlich bis westlich mit oft großer Stromstärke. Dabei weht der Wind aus der Kompaßgegend W bis NNW mit großer Stärke. Er wird das Wasser der Beltsee und mithin auch das der Förde stauen und besonders am 1. November, an welchem Tage er eine Stärke von 6 und 7 erreicht, durchmischen. Rupp (63) hat bei Gelegenheit einer Fahrt mit dem Forschungsdampfer „Poseidon“ die hydrographischen Verhältnisse der Beltsee im November des Jahres 1912 studiert. Er findet, daß Ende Oktober ein sehr salzarmer ausgehender Oberflächenstrom in diesem Meeres-



gebiete vorhanden gewesen ist (63 S. 1). Der um diese Zeit (20. und 21. Oktober) bei dem Feuerschiff Gabelsflach nordwestlich gerichtete Strom zeigt also einen rechtläufig gerichteten Zirkelstrom im Gebiete der Kieler Bucht an. Am Boden findet Ruppin nur einen ganz schwach eingehenden (aus dem Kattegat kommenden) Strom (63 S. 2). Während des ganzen Sommers ist nach Ruppins Ansicht der Salzgehalt im Fehmarnbelt und somit auch in der Beltsee abnorm hoch gewesen (63 S. 10).

Für den Fangtag am 4. November möchte ich mithin folgende Merkmale geltend machen: Ein den ganzen Monat Oktober andauernder, von südwestlichen



Figur 10.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Oktober 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

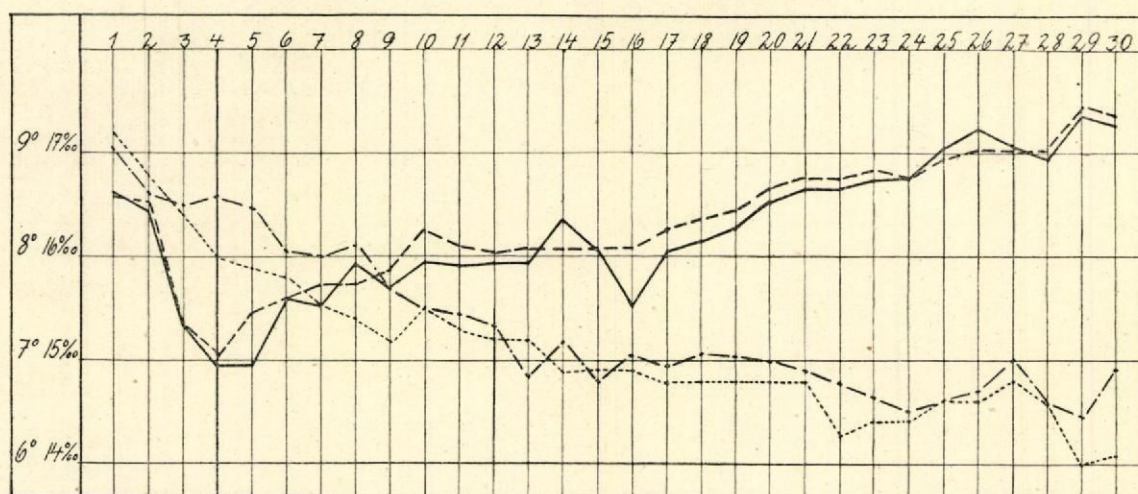
Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m - - - - Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m - . . . . .

Winden unterstützter ausgehender Oberflächenstrom wird das Becken des Kieler Hafens mit schwerem Tiefenwasser angefüllt haben. Die im letzten Drittel des erwähnten Monats stattgehabten Durchmischungen mußten diesem Wasser solches der Oberfläche und vom Boden aufgewirbelte Nährstoffzuteilen. Anfang Novembertreibt ein nordnordwestlicher Wind das Beltseewasser in die Förde, staut es dort an und wühlt die einzelnen Schichten bis zum Grunde auf und mischt sie. Folgende Werte wurden gefunden:



|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 16,4 ‰     | 7,2°       |
| „           | 5 m    | 16,5 ‰     | 7,5°       |
| „           | 10 m   | 17,1 ‰     | 8,1°       |
| „           | 15 m   | 17,8 ‰     | 9,0°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 15,0 ‰     | 8,0°       |
| „           | 12,5 m | 15,1 ‰     | 8,6°       |

Die Salzgehaltswerte bei Laboe zeigen deutlich, daß das dort untersuchte Wasser noch hauptsächlich Tiefenwasser ist, dem durch den starken Stauwind Oberflächenwasser beigemischt sein wird. Vom 5. November bis zum Ende dieses Monats steigen die Salzgehalte der Oberfläche und die der Tiefe von 12,5 m gleichmäßig und in gleicher Höhe an, oben von 15,0 ‰, unten von 15,5 ‰ auf 17,3 ‰ und 17,4 ‰. Es finden öfters Inversionen des Salzgehaltes verschiedener



Figur 11.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat November 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

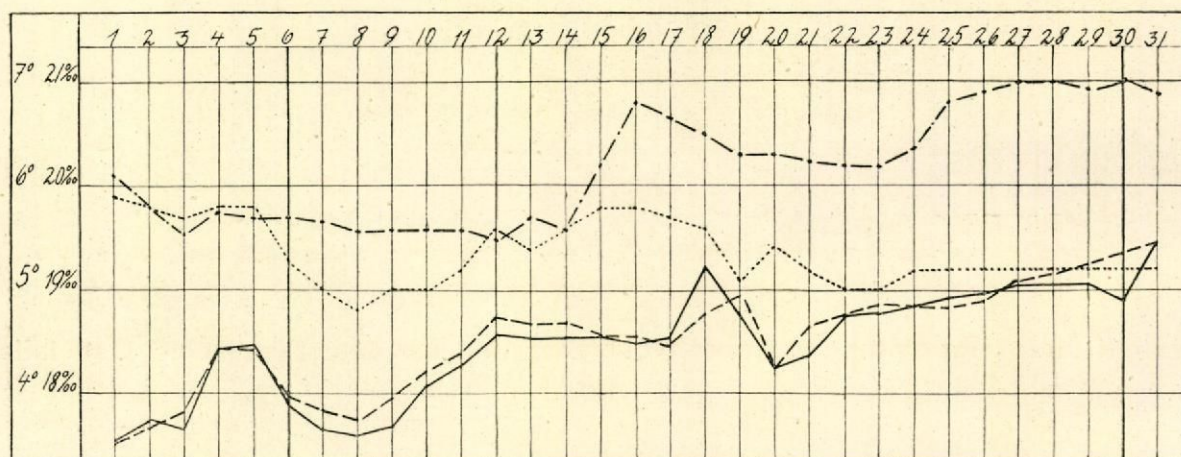
Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m - - - - Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m - . - . - .

Schichten statt, die wohl aus der Winddurchmischung zu erklären sind. Die Temperaturen der Oberfläche und der Tiefe von 12,5 m sinken beständig und zeigen in der Differenz voneinander keine erheblichen Unterschiede, was wohl dieselbe Ursache wie das analoge Verhalten der Salzgehalte haben wird. Die Strömung ist vom 5. November an bis zum Ende des Monats vorwiegend südlich, südwestlich und westlich, vorübergehend auch nach den anderen Kompaß-gegenden gerichtet und wird in der ganzen Zeit das Beltseewasser in die Förde treiben müssen. Die Windrichtung wechselt stark, behält aber im allgemeinen eine mehr südwestliche bis östliche Richtung bei. Infolge dieser oft umschlagenden Windrichtung und des beim Feuerschiff meist in die Förde gerichteten Stromes werden im Hafen Zirkelströme und Durchmischungen die einzelnen Wasserschichten durcheinander bringen. Immerhin wird die ausgehende Strömung, wenn auch mit geringer Stärke, vorherrschen. Anfang Dezember ist die Strömung in Gabelsflach andauernd nach Südwest gerichtet, entgegengesetzt dem ebenfalls aus dieser Him-



melsgehend wehenden Wind. Die Salzgehalte, die sich auf gleicher Höhe halten, zeigen am 4. und 5. einen plötzlichen Anstieg über  $18\text{‰}$ . Die Temperaturen bleiben gleichmäßig bis zum 6. zwischen  $5^{\circ}$  und  $6^{\circ}$ . Anfang Dezember findet Ruppin (63 S. 2) das Beltseewasser homohalin und homotherm. Der Strom aus der Ostsee hat ganz aufgehört. Für den Fangtag, den 6. Dezember, erhalte ich folgende Merkmale: Im Monat November haben nach dem 5. im Kieler Hafen ein- und ausgehende Strömungen gewechselt und sind Durchmischungen vorgekommen. Anfang Dezember wird eine schwach ausgehende Oberflächenströmung vorhanden gewesen sein. Folgende Werte wurden gefunden:

|             |        | Salzgehalt     | Temperatur    |
|-------------|--------|----------------|---------------|
| Laboe       | 0 m    | $17,1\text{‰}$ | $4,9^{\circ}$ |
| „           | 5 m    | $17,6\text{‰}$ | $5,1^{\circ}$ |
| „           | 10 m   | $18,7\text{‰}$ | $5,5^{\circ}$ |
| „           | 15 m   | $19,7\text{‰}$ | $6,0^{\circ}$ |
| Feuerschiff | 0 m    | $17,9\text{‰}$ | $5,3^{\circ}$ |
| „           | 12,5 m | $18,0\text{‰}$ | $5,7^{\circ}$ |



Figur 12.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Dezember 1912 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . . . . .

Vom 7. Dezember bis zum Ende des Monats steigen die Salzgehalte der Oberfläche und der Tiefe von 12,5 m weiter an unter öfteren Inversionen. Die Temperaturen zeigen jedoch mit Ausnahme des 12. bis 14. starke Differenzen, und zwar ist das Wasser der Oberschicht bedeutend kälter als das der Tiefe; oben bleibt es recht gleichmäßig gegen Ende des Monats auf  $+5,2^{\circ}$ , unten auf etwa  $+7^{\circ}$ . Die Inversionen der Schichten verschiedenen schweren Wassers könnten vielleicht hier, wie auch Knudsen (32 S. 226) für den Winter hervorhebt, auf Konvektionsströmungen neben den Windmischungen zurückgeführt werden. Wie dem auch sei, das Ergebnis



ist eine gründliche Durchmischung aller Schichten. Die Strömung ist den ganzen Dezember über fast durchweg südwestlich oder südöstlich gerichtet, wird also das Beltseeoberflächenwasser nach der Förde zu treiben. Der Wind weht ebenfalls mit oft sehr großer Stärke und wenig Unterbrechungen aus SW und W. Auf die Erklärung des abweichenden Verhaltens der Strom- und Windrichtung will ich nicht näher eingehen; immerhin wird bei den heftigen Südwestwinden wohl ein dauernd ausgehender Strom vorhanden gewesen sein. Vom 13. bis 20., am 25. und 30. haben Durchmischungen und Aufwühlungen der Bodensalze stattgefunden. Es ergeben sich für den 30. Dezember folgende Merkmale: Bis zum Fangtage herrscht ein ausgehender Strom vor und füllt das Hafenbecken mit sehr stark durchmischem Tiefenwasser. Die Bodennährstoffe sind oft aufgewühlt.

Folgende Werte wurden gemessen:

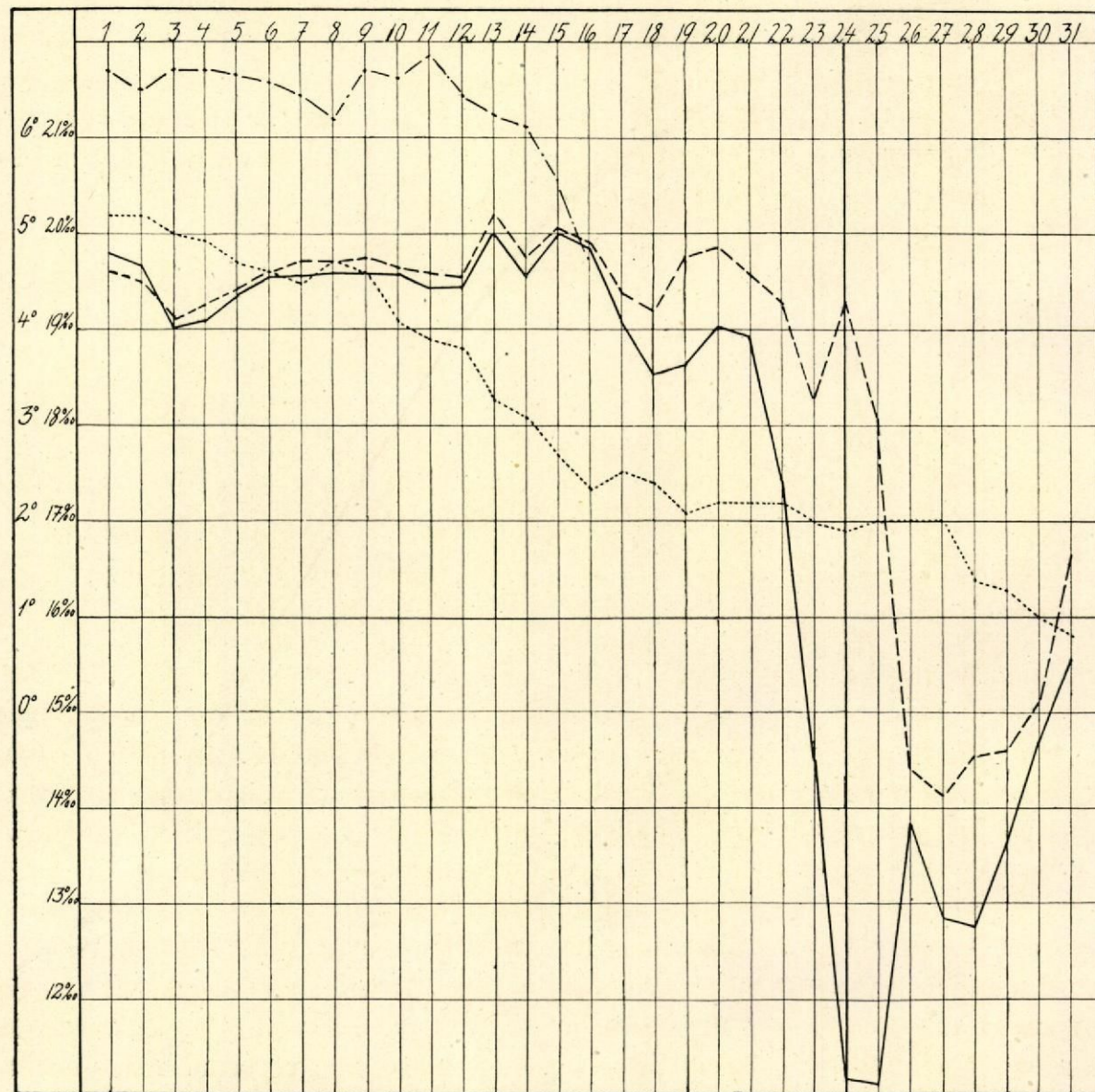
|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 17,8 ‰     | 5,3°       |
| „           | 5 m    | 18,0 ‰     | 5,3°       |
| „           | 10 m   | 18,8 ‰     | 5,3°       |
| „           | 15 m   | 22,6 ‰     | 5,3°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 18,9 ‰     | 5,2°       |
| „           | 12,5 m | 19,4 ‰     | 7,0°       |

Dadurch werden die theoretischen Erwägungen bestätigt. Außerdem läßt der sehr hohe Salzgehalt mit großer Sicherheit auf die Herkunft aus dem Kattegat schließen.

Bis zum 22. Januar 1913 halten sich die Salzgehalte der Oberfläche wie der Tiefe von 12,5 m zwischen 18 ‰ und 20 ‰, beide voneinander nicht sehr verschieden. Am 23. findet eine starke Aussüßung der oberen Wasserschicht statt. Offenbar ist sie durch intensiven Zufluß aus der eigentlichen Ostsee zu erklären, da die Salzgehaltstabellen bei Skagens Rev und Drogden-Feuerschiff niedrige Salzgehaltswerte für diese Zeit aufweisen (55 S. 11). Die Temperatur der oberen Wasserschichten sinkt ziemlich rasch von 5,2° am 1. bis auf 1,9° am 24.; die der Tiefe von 12,5 m ist leider nur bis zum 16. auf dem Feuerschiff Gabelsflach gemessen worden, da das Grundthermometer zerbrach. Wenigstens soviel läßt sich erkennen, daß die Temperatur dieser Tiefe bis zum 14. noch über 6° blieb, dann jedoch abfiel. In Laboe ist am 24. Januar die Tiefentemperatur mit 2,3°, die der 10 m-Schicht mit 1,9° C bestimmt worden. Es würde sich daraus ein jäher Temperaturabfall in der tiefen Region ergeben, wie er ja auch aus den hydrographischen Verhältnissen der Beltsee heraus leicht verständlich ist. Leider ist die Strömung in Gabelsflach vom 16. bis zum 23. Januar nicht gemessen worden. Vom 3. bis zum 16. herrschte ein ununterbrochener NW-Strom, der das Wasser der Förde angesaugt haben muß. Am 23. und 24. ist er mehr westlich gerichtet. Während der Wind bis zum 8. hauptsächlich eine südliche und südwestliche Richtung hat, bekommt vom 9. bis zum 24. eine südöstlich-östliche mit geringen Unterbrechungen die Oberhand. Dadurch wird das Oberflächenwasser der Förde ausgetrieben und dementsprechend ein schwererer Tiefenstrom eingedrungen sein. Nun war die Windstärke während des ganzen Monats Januar eine hohe, öfters wurde 7 erreicht. Die Folge davon wird



eine gründliche Durchmischung der einzelnen Wasserschichten und eine Aufwühlung der im Boden lagernden Pflanzennährstoffe gewesen sein. Besonders ist dies vom 9. bis zum 17. Januar und am 21. und 22. der Fall gewesen. Es ergeben sich somit für den 24. Januar folgende Merk-



Figur 13.

### Salzgehalt und Temperatur im Monat Januar 1913 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . — . — .

male: Der den ganzen Monat mit geringen Unterbrechungen andauernd ausgehende Oberstrom wird eine Anfüllung des Hafenbeckens mit sehr stark durchmischem Tiefenwasser hervorgerufen haben.



Folgende Werte wurden bestimmt:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 18,4 ‰     | 1,5°       |
| „           | 5 m    | 20,1 ‰     | 1,8°       |
| „           | 10 m   | 20,4 ‰     | 1,9°       |
| „           | 15 m   | 20,6 ‰     | 2,3°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 11,2 (?) ‰ | 1,9°       |
| „           | 12,5 m | 19,3 ‰     |            |

Hierdurch werden die vorhergehenden Erörterungen vollauf bestätigt. Auch die Herkunft des Wassers aus dem Kattegat ist aus dem hohen Salzgehalt mit großer Wahrscheinlichkeit zu ersehen.

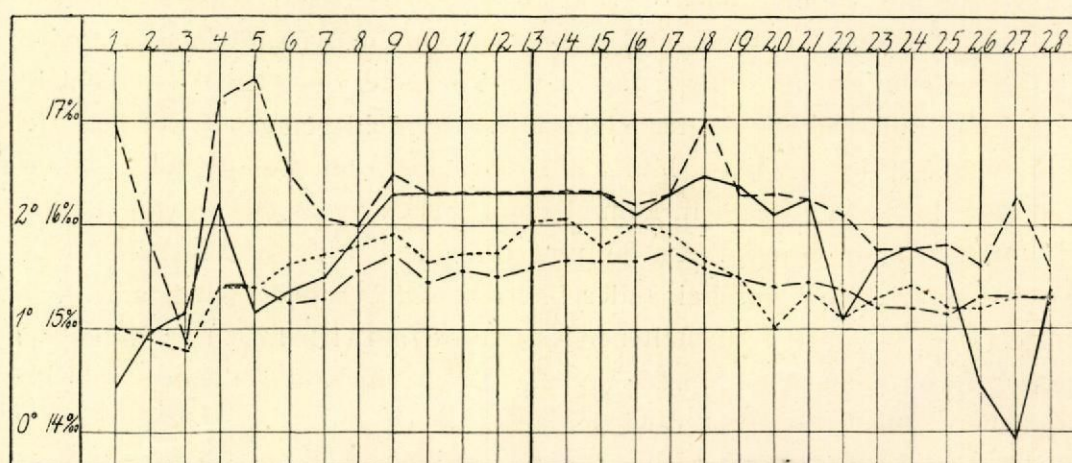
Bis zum Ende des Monats hält der Zufluß schwachsalzigen Wassers aus der Ostsee an der Oberfläche an. Bei den um diese Zeit wehenden sehr heftigen Winden zeigt sich außerdem in der 12,5 m-Kurve eine starke Annäherung an die Kurve der obersten Wasserschicht. Die Temperatur in 0 m Tiefe fällt weiter, die der Tiefe ist leider nicht gemessen worden. Der Strom ist vom 26. bis 27. mehr südlich gerichtet, läuft dann aber bis zum Monatsende nordwestlich. Der Wind weht am 24. und 25. südwestlich, kommt dann aus NW bis N, um bis Ende Januar die südöstliche Richtung zu bevorzugen. Am 26. und besonders vom 29. bis zum 31. wird er die verschiedenen Wasserschichten durcheinander bringen und besonders auch am 31. (Stärke 5–8) die zwischen den Bodenteilchen festgehaltenen Nährstoffe aufwirbeln. Der anfangs ausgehende Oberflächenstrom des Hafens wird am 26. und 27. durch einen eingehenden unterbrochen werden; dann muß der Südost das Wasser wieder austreiben.

Anfang Februar 1913 ist die Kurve für den Salzgehalt in 0 m wie die der Tiefe von 12,5 m sehr unregelmäßig. Immerhin scheint der Zustrom baltischen Wassers anfangs noch anzuhalten. Am 2., 4. und besonders auch am 7. und 8. finden Durchmischungen der einzelnen Wasserschichten statt, die, wenn man sich auf die Feuerschiffbeobachtungen verlassen darf, den Salzgehalt oben und unten bis zum 16. vollkommen ausgleichen. Die Temperatur der Oberfläche steigt von + 1,0° am 1. auf + 2,0° am 13. Februar. Die anfangs nicht gemessene Temperatur der Tiefe von 12,5 m steigt auch, wenn schon langsam, und erreicht am 13. eine Höhe von 1,6°. Der Strom ist, obgleich nur spärlich in den Protokollen verzeichnet, vorwiegend westlich oder südwestlich gerichtet, wird also das stark durchmischte Oberflächenwasser der Kieler Bucht in den Hafen getrieben haben. Mit geringen Unterbrechungen weht der Wind aus Westen und Südwesten, muß also dem in die Förde strömenden Oberflächenwasser einen Widerstand entgegengesetzt haben. Es werden infolgedessen in dieser Zeit Zirkelströme und Durchmischungen die Regel gebildet haben. Die Mischungen beruhen hauptsächlich noch auf der bis Stärke 7 steigenden, sonst zwischen 4 und 6 an den angeführten Tagen schwankenden Windstärke. Man erhält also für den 13. Februar folgende Merkmale: Die Oberflächenschicht des Hafenwassers bewegt sich im letzten Viertel des Monats Januar hauptsächlich mit einer kurzen Unterbrechung in die Bucht. Bis zum 13. Februar finden Zirkelbewegungen und wohl auch ausgehende Wasserbewegungen statt. Besonders



intensive Windmischungen ereignen sich am 29. bis 31. Januar und am 7. und 8. Februar. Das Wasser stammt danach wohl ziemlich gleichmäßig aus allen Schichten der Beltsee. Folgende Werte wurden gefunden:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 16,0‰      | 2,5°       |
| „           | 5 m    | 16,4‰      | 2,2°       |
| „           | 10 m   | 16,8‰      | 2,0°       |
| „           | 15 m   | 17,5‰      | 2,5°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 16,3‰      | 2,0°       |
| „           | 12,5 m | 16,3‰      | 1,6°       |



Figur 14.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Februar 1913 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m - - - - Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m - . - . -

Vom 14. bis zum 22. Februar hält sich sowohl der Salzgehalt der Oberfläche wie der der Tiefe von 12,5 m auf der durch die vorhergegangenen Windmischungen verursachten Höhe zwischen 16‰ und 17‰. Am 22. setzt stärkerer Zufluß schwachsalzigen Wassers ein, der dann in den letzten Tagen des Monats kräftiger wird. Die Temperatur der Oberfläche sinkt von 2,1° am 14. auf 1,3° am 28., die der Tiefe von 1,7° auf 1,3°. Beim Überblick über die Strömung tritt die relativ häufigste, nämlich die nordwestliche, deutlich hervor, nur an wenig Tagen nach Südwesten, Westen oder Nordosten abgelenkt. Der Wind kommt anfangs vorwiegend aus OSO, dann aus NW und W, um vom 23. an die südwestliche Richtung zu bevorzugen. Er wird somit fast durchweg das Oberflächenwasser der Förde austreiben und einen entsprechenden Tiefenstrom eingehe lassen. Windmischungen der einzelnen Schichten treten am 17. und 21. in nicht sehr ausgeprägtem Maße ein. Anfang März steigen die Salzgehalte oben und unten, bleiben aber unter 17‰. Auch wird das Wasser beider Schichten wärmer; die Temperaturen zeigen entsprechend



dem Verhalten der Salzgehaltswerte keine starke Differenz in den einzelnen Tiefen. In 0 m steigt die Temperatur von  $1,0^{\circ}$  auf  $2,2^{\circ}$ , im 12,5 m von  $1,4^{\circ}$  auf  $2,1^{\circ}$ . In den ersten Tagen sind bei dem Feuerschiff Gabelsflach keine Oberflächenströme gefunden worden; darauf ist die Strömung östlich und südwestlich bis zum 7. März. Der Wind weht fast durchweg aus Südwest, wird also einen ausgehenden Oberflächenstrom unterhalten haben müssen. Am 3., 5., 6. und 7. haben Durchmischungen stattgefunden, besonders am 7. Es ergeben sich für den 7. März folgende Merkmale: Der Strom der oberen Wasserschichten ist im Hafen fast durchweg ausgegangen und hat durch den kompensierenden Tiefenstrom stark durchmisches Tiefenwasser einströmen lassen. Zugleich ist durch die intensiven Durchmischungen am 6. und 7. März und durch die schwächeren am 3., 4., 17. und 21. Februar eine Anreicherung des Hafenwassers mit Pflanzennährstoffen als erfolgt anzunehmen. Folgende Werte wurden gefunden:

|             |        | Salzgehalt           | Temperatur    |
|-------------|--------|----------------------|---------------|
| Laboe       | 0 m    | $15,8^{\circ}/_{00}$ | $3,0^{\circ}$ |
| „           | 5 m    | $15,9^{\circ}/_{00}$ | $3,0^{\circ}$ |
| „           | 10 m   | $17,2^{\circ}/_{00}$ | $2,8^{\circ}$ |
| „           | 15 m   | $16,7^{\circ}/_{00}$ | $3,0^{\circ}$ |
| Feuerschiff | 0 m    | $15,9^{\circ}/_{00}$ | $2,2^{\circ}$ |
| „           | 12,5 m | $16,0^{\circ}/_{00}$ | $2,1^{\circ}$ |

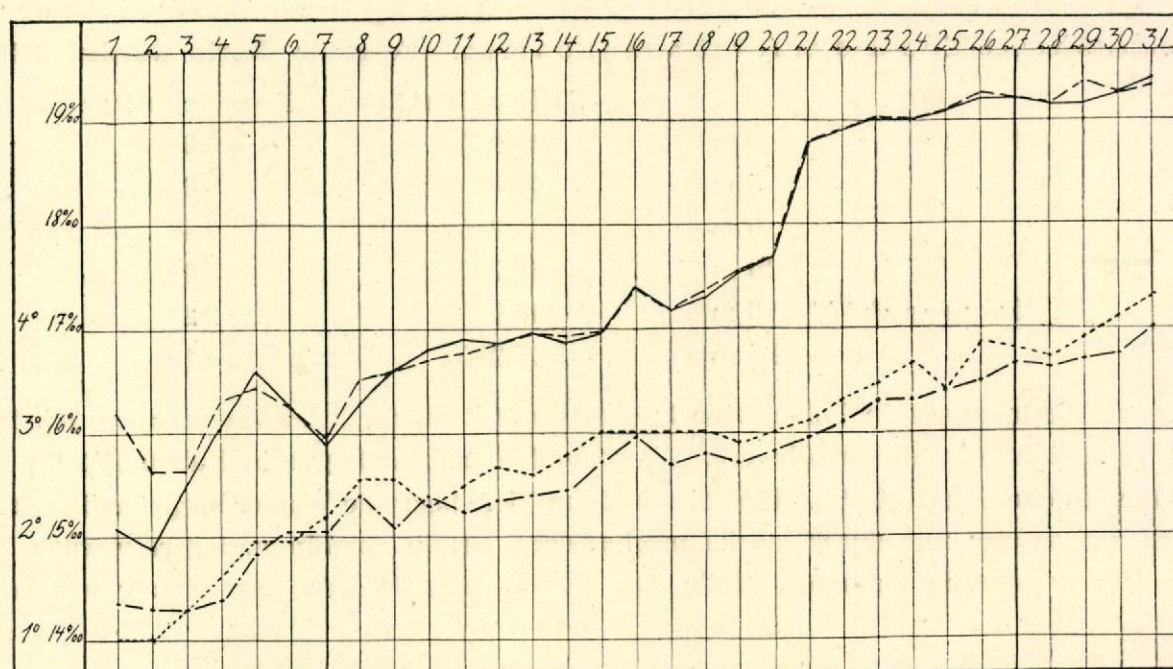
Diese Werte zeigen in Laboe eine infolge des mit Stärke 5 bis 7 wehenden Windes eingetretene Inversion verschieden schwerer Wasserschichten. Es lagert in Laboe  $17,2^{\circ}/_{00}$  starkes Wasser über solchem von  $16,7^{\circ}/_{00}$ . Daß dies in 10 m Tiefe lagernde Wasser ursprünglich der Tiefe angehören mußte und nur durch starke mechanische Kräfte dorthin verlagert werden konnte, zeigt die Temperatur an derselben Stelle, wo  $2,8^{\circ}$  warmes Wasser über Wasser von  $3,0^{\circ}$  sich befindet.

Vom 8. bis zum 27. März steigt der Salzgehalt der Oberfläche wie der der Tiefe von 12,5 m ohne rechte Differenz an und zwar von  $16,4^{\circ}/_{00}$  am 8. auf  $19,3^{\circ}/_{00}$  am 27. Die Strömung ist am Feuerschiff vorwiegend östlich und südwestlich gerichtet. Seiner Hauptrichtung nach kommt der Wind aus Südwest und wird das Wasser aus der Förde austreiben. Er weist in dieser Zeit beträchtliche Stärken auf. So weht er vom 14. bis zum 17. mit Stärke 4 bis 10, am 18. mit 6 bis 7; an diesem Tage kamen Böen bis Stärke 12 vor. Am 20. erreicht er die Stärke 7 bis 9. Vom 14. bis zum 22. wird das Wasser der Beltsee dauernd bis zum Grunde aufgewühlt und mit Bodennährstoffen bereichert werden. Für den Fangtag, den 27. März 1913, erhalte ich folgende Merkmale: Fast ununterbrochen füllt ein ausgehender Oberflächenstrom die Förde mit Tiefenwasser an. Das Wasser ist vollständig durchmischt und läßt seine Herkunft nicht mehr erkennen. Am 10. und besonders vom 17. bis zum 22. ist das Wasser der Beltsee bis zum Grunde aufgewühlt und mit Nährstoffen angereichert worden. Folgende Werte wurden gefunden:



|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 18,3 ‰     | 3,5°       |
| „           | 5 m    | 18,6 ‰     | 3,5°       |
| „           | 10 m   | 19,1 ‰     | 3,8°       |
| „           | 15 m   | 19,4 ‰     | 4,0°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 19,3 ‰     | 3,8°       |
| „           | 12,5 m | 19,3 ‰     | 3,7°       |

In den vier letzten Tagen des März hält sich der Salzgehalt ungefähr oben wie unten auf gleicher Höhe, steigt die Temperatur in 0 m wie in 12,5 m langsam aber beständig weiter an. Der Strom ist beim Feuerschiff schwach nordwestlich gerichtet. Der Wind weht haupt-



Figur 15.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat März 1913 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

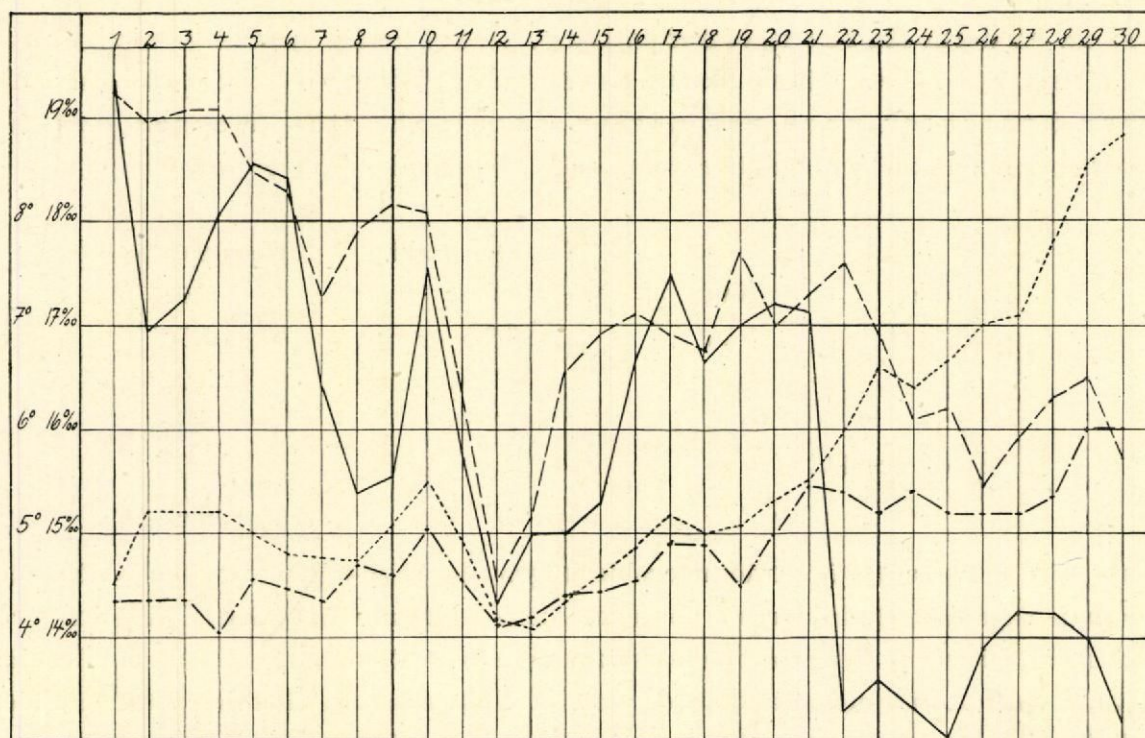
Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . — .

sächlich aus OSO und NO, wird also das Wasser der Bucht oben in den Hafen treiben und am 28. und 29. Mischungen verursachen. Die Salzgehaltskurve für das Wasser in 0 m ist Anfang April 1913 sehr unregelmäßig; etwas gleichmäßiger verläuft die der Tiefe von 12,5 m. Es macht den Eindruck, als ob ein stärkerer Zustrom baltischen Wassers einzusetzen begonnen hätte, der durch die Windmischung am 5. wieder verschleiert wird. Die Temperatur hält sich an der Oberfläche um 5° herum, in der Tiefe zwischen 4° und 5°. Der Strom ist vorwiegend nördlich; anfangs kommt der Wind aus SW, um dann bis zum 9. vorwiegend aus NO zu wehen. Dabei wird das Wasser des Hafens gestaut werden müssen. Am 5. findet eine Durchmischung statt bei Windstärke 6. Für den Fangtag am 9. April ergeben sich folgende Merkmale: Ende März und Anfang April bis zum Fangtag wird das



Oberflächenwasser der Bucht in den Hafen getrieben. Windmischungen kommen am 28. und 29. März und am 5. April vor. Folgende Werte wurden bestimmt:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 16,4 ‰     | 5,6°       |
| „           | 5 m    | 16,8 ‰     | 5,5°       |
| „           | 10 m   | 17,2 ‰     | 5,2°       |
| „           | 15 m   | 18,2 ‰     | 5,2°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 15,6 ‰     | 5,1°       |
| „           | 12,5 m | 18,2 ‰     | 4,6°       |



Figur 16.

**Salzgehalt und Temperatur im Monat April 1913 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.**

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . — .

Die Salzgehaltskurven verlaufen vom 10. bis zum 23. recht unregelmäßig. Offenbar wird diese Unruhe in den Kurven bedingt durch die oft recht hohen Windstärken. Immerhin läßt sich soviel erkennen, daß der Zustrom baltischen Wassers noch immer anhält. Besonders intensiver Zufluß scheint, wenn ich mich auf die Angaben der Feuerschiffprotokolle verlassen darf, am 22. April einzusetzen. Die Temperatur des Oberflächenwassers steigt an, von 5,5° am 10. April bis zu 6,6° am 23. April, die der Tiefe von 12,5 m folgt diesem Anstieg nur ganz langsam. Natürlich macht sich die unruhige Witterung im Verlauf der Temperaturkurven auch recht bemerkbar. Die Strömung ist beim Feuerschiff nach den leider recht lückenhaften Protokollangaben in diesem Zeitabschnitt vorwiegend südöstlich und südlich gerichtet, wird



also das Wasser in 0 m und den oberen Schichten aus der Bucht in den Hafen getrieben haben. Der anfangs aus N und NW wehende Wind, der in der Zeit vom 10. bis zum 12. hohe Stärken (4 bis 8) erreicht, wird die in die Förde gerichtete Stromtendenz bei Gabelsflach unterstützen. Vom 15. dieses Monats an kommt die südöstliche Richtung, dann nach einer südwestlichen die westliche zum Durchbruch. Es wird infolgedessen das anfangs in der Förde gestaute Wasser wohl mit verhältnismäßig großer Stromgeschwindigkeit nach der Beltsee abfließen und damit ein stärkerer tiefer Kompensationsstrom einsetzen. Für den Fangtag, den 23. April 1913, erhalte ich also folgende Merkmale:

Vom 10. bis zum 15. April wird das Oberflächenwasser der Förde gestaut und das der Bucht hineingetrieben werden. Heftige Winde sorgen (am 10. bis 12. und am 19.) für intensive Durchmischung und Bereicherung der Schichten mit gelösten Pflanzennährstoffen. Vom 15. ab fließt das Wasser der oberen Schichten nach der Kieler Bucht ab. Das Wasser des Hafens ist stark durchmisches Beltseewasser. Folgende Werte wurden am 23. April gefunden:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 16,7 ‰     | 6,0°       |
| „           | 5 m    | 16,9 ‰     | 5,5°       |
| „           | 10 m   | 17,7 ‰     | 5,0°       |
| „           | 15 m   | 17,7 ‰     | 5,0°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 13,6(?) ‰  | 6,6°       |
| „           | 12,5 m | 16,9 ‰     | 5,2°       |

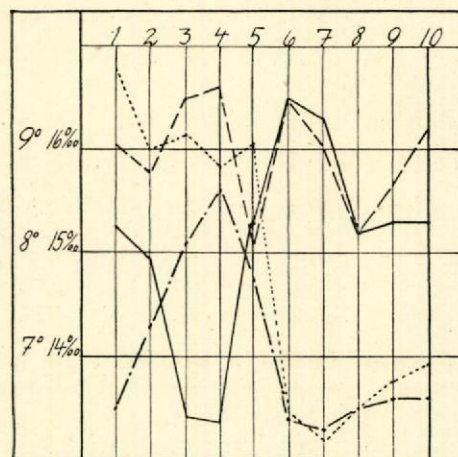
Wenn ich mich auf die Aräometerablesungen der Feuerschifftabellen verlassen kann, was an diesem Tage immerhin wegen vorgenommenen Aräometerwechsels fraglich erscheint, so würde aus der Differenz der Oberflächensalzgehalte bei Laboe und Gabelsflach allerdings hervorgehen, daß eine Anfüllung der Förde mit Tiefenwasser tatsächlich stattgefunden hat. Vielleicht ließe sich die Temperaturdifferenz in demselben Sinne deuten.

Der am 22. April einsetzende Zufluß schwächer salzigen Wassers hält scheinbar vom 24. April bis zum Ende des Monats weiter an. Ebenso sinkt der Salzgehalt in 12,5 m Tiefe, wenn auch nicht gerade sehr erheblich. Die Temperatur der Oberfläche steigt rasch an, und zwar von 6,4° am 24. auf 8,8° am 30. April. Die der Tiefe hält sich zwischen 5° und 6°.

Die Strömung ist in Gabelsflach bis zum Monatsende durchweg nordwestlich gerichtet. Als Windrichtung kommt hauptsächlich OSO in Frage; dadurch wird das obere Wasser des Hafens ausgetrieben, wenn auch nicht in sehr starkem Maße. Anfang Mai 1913 hält der Zu- strom schwachsalzigen baltischen Wassers, offenbar der Schmelzwassermassen der Ostsee, weiter an. Durch Windmischungen gestaltet sich die Salzgehaltskurve bis zum 10., dem letzten der von mir in quantitativer Hinsicht untersuchten Fangtage, sehr unregelmäßig. Ebenso un- ruhig verläuft die Temperaturkurve in 0 wie in 12,5 m Tiefe. Die Strömung ist Anfang Mai am Feuerschiff Gabelsflach vorwiegend nordnordwestlich gerichtet. Der anfangs aus Südwest



kommende Wind macht vom 4. an einer südöstlichen, mehr östlich orientierten Luftströmung Platz, die zwar den ausgehenden Oberflächenstrom der Förde nicht hemmt, aber ihn auch nur wenig unterstützt. Es lassen sich mithin für den 10. Mai folgende Merkmale feststellen:



Figur 17.

#### Salzgehalt und Temperatur im Monat Mai 1913 bei dem Feuerschiff Gabelsflach.

Salzgehalt in 0 m ——— Salzgehalt in 12,5 m — — — Temperatur in 0 m ..... Temperatur in 12,5 m — . . . —

Ende April und Anfang Mai bis zum Fangtage herrschte durchweg ein ausgehender Oberflächenstrom im Hafen, der einen kalten und schweren Kompensationsstrom in der Tiefe wird hervorgerufen haben. Durchmischungen kamen am 5., 6. und 7. Mai vor. Folgende Werte wurden am 10. Mai gefunden:

|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 15,4 ‰     | 7,8°       |
| „           | 5 m    | 15,8 ‰     | 7,8°       |
| „           | 10 m   | 16,0 ‰     | 7,8°       |
| „           | 15 m   | 16,1 ‰     | 8,0°       |
| Feuerschiff | 0 m    | 15,3 ‰     | 6,9°       |
| „           | 12,5 m | 16,3 ‰     | 6,6°       |

Aus diesen Werten läßt sich ersehen, wie gleichmäßig infolge der Mischungen die einzelnen Wasserschichten untereinander geworden sind, und vielleicht läßt sich aus den bei Laboe erhaltenen höheren Temperaturwerten auch ein Schluß auf längeres Verweilen, also geringe Stromgeschwindigkeit in dieser Zeit, ziehen. Die oben ausgeführten theoretischen Erwägungen erhalten eine weitere Stütze in den hydrographischen Werten, die bei Gelegenheit einer Motorbootsfahrt am 30. April gewonnen wurden. Es wurden nämlich an diesem Tage folgende Werte gemessen:



|             |        | Salzgehalt | Temperatur |
|-------------|--------|------------|------------|
| Laboe       | 0 m    | 15,5 ‰     | 10,0 °     |
| „           | 5 m    | 16,6 ‰     | 7,5 °      |
| „           | 10 m   | 17,4 ‰     | 7,5 °      |
| „           | 15 m   | 17,6 ‰     | 7,5 °      |
| Feuerschiff | 0 m    | 13,2 ‰     | 7,5 °      |
| „           | 12,5 m | 15,7 ‰     | 6,9 °      |

Man ersieht aus diesen Zahlen sehr schön, wie der ausgehende Oberflächenstrom die Förde mit salzreichem Tiefenwasser angefüllt hat, das wohl auch mit Pflanzennährstoffen angereichert ist. Ebenfalls ist aus diesen Angaben die stärkere Erwärmung des Wassers in der Kieler Bucht ersichtlich.

Tabelle II.

**Salzgehalt und Temperatur 1912/13, 1905/06 und normal. Monatsmittel.**

| Monat                                     |        |      | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII    | I    | II   | III  | IV   | V    |
|-------------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Salzgehalt<br>beim 1912/13<br>Feuerschiff | 0 m    | 15,6 | 16,6 | 17,2 | 15,0 | 14,7 | 12,2 | 13,0 | 17,0 | 14,4 | 16,3 | 18,5 | (1913) | 17,6 | 15,7 | 17,5 | 15,8 | 14,2 |
|                                           | 12,5 m | 17,3 | 17,9 | 18,7 | 17,3 | 16,9 | 15,0 | 14,1 | 17,6 | 16,8 | 16,3 | 18,6 | 18,6   | 16,2 | 17,6 | 17,1 | 15,6 |      |
| Normalsalzgehalt<br>nach Rupp             | 0 m    | 18,4 |      |      | 14,6 |      |      | 14,0 |      |      | 15,3 |      |        | 18,4 |      |      |      | 14,6 |
|                                           | 10 m   | 19,3 |      |      | 15,6 |      |      | 15,0 |      |      | 15,7 |      |        | 19,3 |      |      |      | 15,6 |
|                                           | 15 m   | 20,4 |      |      | 17,4 |      |      | 19,3 |      |      | 16,2 |      |        | 20,4 |      |      |      | 17,4 |
|                                           | 20 m   | 20,6 |      |      | 18,7 |      |      | 21,0 |      |      | 16,4 |      |        | 20,6 |      |      |      | 18,7 |
| Salzgehalt<br>beim<br>Feuerschiff         | 0 m    |      |      |      | 15   | 13   | 13   | 14   | 14   | 14   | 14   | 15   |        |      |      |      |      |      |
|                                           | 12,5 m |      |      |      | 17   | 15   | 14   | 15   | 16   | 14   | 15   | 16   |        |      |      |      |      |      |
| 1905<br>1906                              | 0 m    | 17   | 17   | 13   | 9    | 11   | 11   | 14   |      |      |      |      |        |      |      |      |      |      |
|                                           | 12,5 m | 18   | 17   | 15   | 11   | 12   | 12   | 14   |      |      |      |      |        |      |      |      |      |      |
| Temperatur<br>b. Feuersch.                | 0 m    | 0,1  | 2,1  | 5,0  | 10,2 | 14,1 | 18,3 | 17,4 | 13,5 | 10,0 | 7,1  | 5,4  | 3,1    | 1,5  | 2,8  | 5,6  | 9,5  |      |
|                                           | 12,5 m | 0,1  | 1,7  | 4,7  | 9,5  | 13,3 | 17,5 | 17,2 | 13,5 | 10,8 | 7,1  | 6,2  | 6,4    | 1,4  | 2,7  | 4,8  | 8,6  |      |
| Normaltemperatur<br>nach Rupp             | 0 m    | 1,6  |      |      | 7,3  |      |      | 17,0 |      |      | 8,3  |      |        | 1,6  |      |      |      | 7,3  |
|                                           | 10 m   | 1,8  |      |      | 6,6  |      |      | 15,9 |      |      | 8,3  |      |        | 1,8  |      |      |      | 6,6  |
|                                           | 15 m   | 1,9  |      |      | 5,5  |      |      | 13,7 |      |      | 8,8  |      |        | 1,9  |      |      |      | 5,5  |
|                                           | 20 m   | 1,9  |      |      | 4,4  |      |      | 11,2 |      |      | 9,2  |      |        | 1,9  |      |      |      | 4,4  |
| Temperatur<br>beim<br>Feuerschiff         | 1905   |      |      |      |      | 14,0 | 17,0 | 15,6 | 14,4 | 10,3 | 6,5  | 4,3  |        |      |      |      |      |      |
|                                           | 1906   | 1,8  | 2,5  | 4,1  | 9,0  | 13,2 | 15,5 | 14,2 |      |      |      |      |        |      |      |      |      |      |

In der Tabelle II habe ich die Monatsdurchschnittswerte für den Salzgehalt und die Temperatur der von dem Feuerschiff Gabelsflach aus untersuchten Wassertiefen mit den von Lohmann im Jahre 1905/06 gefundenen (46 S. 220) und den von Rupp (62 S. 214) als normal angegebenen Zahlen zusammengestellt. Außerdem hat Rupp den Monat November des Jahres 1912 auf seine hydrographischen Verhältnisse hin untersucht; diese Abhandlung habe ich auch mit herangezogen. Im Jahre 1912 zeigt der Februar einen bedeutend niedrigeren Salzgehalt



sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe von ungefähr 10 bis 15 m, als es den von Rupp in veröffentlichten normalen Werten entspricht; die Temperatur liegt viel tiefer. Beides beruht, wie oben gezeigt ist, wohl sicher auf dem Vorhandensein großer schmelzender Eismassen. Lohmanns im Jahre 1906 gefundenen Werte stimmen schon besser mit den Ruppinschen Angaben überein. Im März zeigt sich eine wesentliche Übereinstimmung zwischen Lohmanns und meinen Werten. Nur die Temperatur ist bei Lohmann höher. Vom April bis zum Juli einschließlich sind die Lohmannschen Salzgehaltszahlen für das Jahr 1906 erheblich niedriger als meine und mit Ausnahme des Mai auch als die Normalzahlen. Im Jahre 1905 zeigt der Mai sowohl mit Ruppins wie mit meinen Werten gute Übereinstimmung. Der Juni wie der Juli 1905 weisen ein recht übereinstimmendes Verhalten mit dem Jahr 1912 auf. Die Temperatur im August scheint im Jahre 1912 etwas zu hoch zu sein; die Salzgehalte dieses Monats sind sowohl für 1912 wie 1905/06 niedriger als sie nach den Normalzahlen zu erwarten wären. Vom September bis zum Dezember 1905 scheinen die Salzzahlen zu niedrig, die Temperaturen etwas zu gering zu sein. Im Jahre 1913 zeigt der Februar niedrigeren Salzgehalt, als es für normal angesehen werden kann. Auch die Temperatur ist niedriger, wenn auch nicht so erheblich wie im Jahre 1912. Im Mai zeigt sich eine Übereinstimmung des Jahres 1913 mit den normalen Werten. Nur scheint die Temperatur höher zu sein.

### Die Planktonfänge an der Laboe-Station 1912/13.

Die Netzfänge der Motorbootfahrten und der Fridafahrten sind mir von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Brandt in freundlichster Weise zu selbständigen Untersuchungen überlassen worden. Ihm sowie Herrn Professor Dr. Reibisch, die mir bei der Bearbeitung mit Rat und Tat zur Seite standen, und Herrn Dr. K. Müller, der mich in die Planktonforschung einführte, bin ich zu tiefstem Dank verpflichtet<sup>1)</sup>. Außerdem standen mir noch die auf dem Feuerschiff Gabelsflach im Auftrage der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere täglich ausgeführten hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen zur Verfügung.

Die Fänge, die ich bearbeitet habe, sind an der Laboe-Station durch senkrechtes Emporziehen des sog. mittleren Apstein-Netzes gewonnen und alsbald in 70 bis 80% Alkohol konserviert worden. Zur Untersuchung wurde jeder einzelne Fang in destilliertes Wasser übergeführt und in spitz zulaufenden Gläsern zum Absetzen gebracht. Es wurde so das Absetzvolumen nach 24 Stunden und nach 8 Tagen bestimmt. Zum Zählen verdünnte ich den Fang je nach der Größe mit 50 oder 100 ccm Wasser und zählte Proben von 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 und 2,5 ccm der gut durchschüttelten Fangmasse durch. Um manche recht zahlreich vorkommende und dabei schwer zu bestimmende Formen zu zählen (z. B. *Skeletonema costatum* und *Chaetoceras sociale*), war es nötig, die Proben auf der Glasplatte eintrocknen zu

<sup>1)</sup> Im September 1914 hat Herr Dr. Müller, in selbstloser treuester Pflichterfüllung als Feldunterarzt tätig, für des Vaterlandes Wohl sein Leben dahingegeben. Er wird mir stets in ehrenvollster Erinnerung bleiben



lassen. Um auch die seltenen Arten aufzufinden, mußte dann noch der ganze Fangrest genau durchgesehen werden.

Durch die genauen Arbeiten von Oberg (57) und Kräftt (34) sind die Entwicklungsstadien der wichtigsten Planktoncrustaceen der Kieler Förde, der Copepoden, näher beschrieben worden, so daß eine getrennte Zählung der Stadien möglich ist. Diese genaue Zählung ist zuerst von Otten (56) für den Fehmarnbelt ausgeführt worden; ich habe sie auch auf die Kieler Förde ausgedehnt. Außerdem war von Kräftt auf das Wertvolle ausgedehnter Messungen an Copepoden hingewiesen worden zum Verständnis der Herkunft dieser Tiere aus bestimmten Meeresgebieten und um die Längenschwankungen in den einzelnen Jahreszeiten näher zu studieren. Ich habe sie, soweit es mir möglich war, mit herangezogen.

Bei den Zählungen stellte es sich heraus, daß noch manches von Lohmann nicht genügend Berücksichtigte näher zu erforschen war, und daß besonderer Wert auf die Bestimmung der *Chaetoceras*-Arten zu legen nötig wurde, bei der Lohmann offenbar Irrtümer untergelaufen sind.

### Planktonvolumen.

Nachdem Hensen in seinem grundlegenden Werk „Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren“ (21) das Planktonvolumen eines Fanges durch einfaches Absetzenlassen nach 24 Stunden zu bestimmen versucht hatte, wurde diese Methode, wohl hauptsächlich ihrer Einfachheit wegen, dauernd benutzt. Schon Hensen und nach ihm alle Forscher, die sich näher mit der Frage des Planktonvolumens befaßt hatten, sahen ein, daß dieser Methode große Fehler anhaften. Trotzdem ist sie nicht zu verwerfen. Denn sie gestattet einen guten, schnellen Überblick über die augenblickliche Höhe der Wucherung oder der Volksstärke der vom Netz genügend fangbaren Planktonten; kommt es also darauf an, unter einer Anzahl von Proben die aus der stärksten Wucherungszeit stammenden für die Untersuchung auszuwählen, so erfüllt die Methode, wenigstens soweit es die vom Netz gut fangbaren Pflanzen und Tiere betrifft, ihre Aufgabe. Wie sich die von Lohmann (46) ausführlich dargestellten Verschiedenheiten im Gesamtplankton, das heißt mit Einschluß des sogenannten „Kleinplanktons“, im Vergleich zum vom Netz gefangenen Plankton im Jahre 1912/13 verhalten, hoffe ich bei vorliegendem Zahlenmaterial näher behandeln zu können. — Bekannt und von Hensen von vornherein klargestellt ist die Tatsache, daß die großen Anstiege im Absatzvolumen auf sehr reichliches Vorkommen von Diatomeen, besonders *Chaetoceras*-Arten, zurückzuführen sind.

In der folgenden Tabelle habe ich die Absatzvolumina nach 24 Stunden und nach 8 Tagen zusammengestellt und, soweit es mir möglich war, auch die beim Feuerschiff Bülk und an der Station O I bei Gelegenheit der „Friedafahrten“ gemachten quantitativen Fänge mit herangezogen. Es zeigt sich, daß das Frühjahr 1912 sich durch ein geringes Absatzvolumen auszeichnet. Im Mai ist ein Minimum zu verzeichnen, darauf aber folgt der gewaltige Anstieg im Juni. Wie ich weiter unten ausführen werde, ist dieser Anstieg nicht als typisch zu betrachten. Er wurde der Hauptsache nach durch die sperrigen Ketten von



*Chaetoceras decipiens* hervorgerufen. Nach einem jähen Abfall Anfang Juli steigt die Kurve, um am 23. August einen Höhepunkt zu erreichen. Dann sinkt sie wieder und bleibt mit geringen Schwankungen bis zum Frühjahr 1913 recht tief. Der Frühling des Jahres 1913 zeigt höhere Werte als der des Jahres 1912. Worauf diese eigentümlichen Unterschiede beruhen, werde ich weiter unten besonders bei der Besprechung der *Chaetoceras*-Arten ausführen. Nur so viel möchte ich hier erwähnen, daß sie mir eine deutliche Abhängigkeit von den wechselnden hydrographischen Verhältnissen erkennen zu lassen scheinen.

|            | I   | II  | III  | IV   | V    | VI   | VII | VIII | IX   | X   | XI  | XII |
|------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Laboe 1912 |     |     | 4,4  | 15,9 | 2,1  | 58,2 | 5,7 | 86,0 | 30,0 | 5,0 | 2,7 | 4,1 |
| „ 1913     | 3,6 | 2,7 | 38,7 | 13,9 | 5,1  |      |     |      |      |     |     |     |
| „ 1905     |     |     |      | 94,9 | 31,7 | 0,5  | 1,0 | 5,5  | 22,0 | 6,3 | 0,9 | 0,5 |
| „ 1906     | 0,4 | 0,5 | 1,2  | 18,2 | 7,2  | 0,5  | 0,4 |      |      |     |     |     |

#### Absetzvolumen nach 24 Stunden in ccm 1905/06 und 1912/13.

Die bei dem Feuerschiff Bülk und der Station O I gewonnenen Planktonfänge weisen in den meisten Fällen ein bedeutend geringeres Absetzvolumen als die bei Laboe gemachten auf. Niemals ist das Volumen bei O I größer als das bei Laboe. Dagegen findet sich bei Bülk am 4. Oktober ein größeres Absetzvolumen als bei Laboe. Diese Erscheinung kann man auch zu anderen Zeiten ab und zu sehen. Für den 4. Oktober ist vielleicht folgende Erklärung zutreffend: Lange Zeit hindurch im September war das Wasser der Förde angestaut

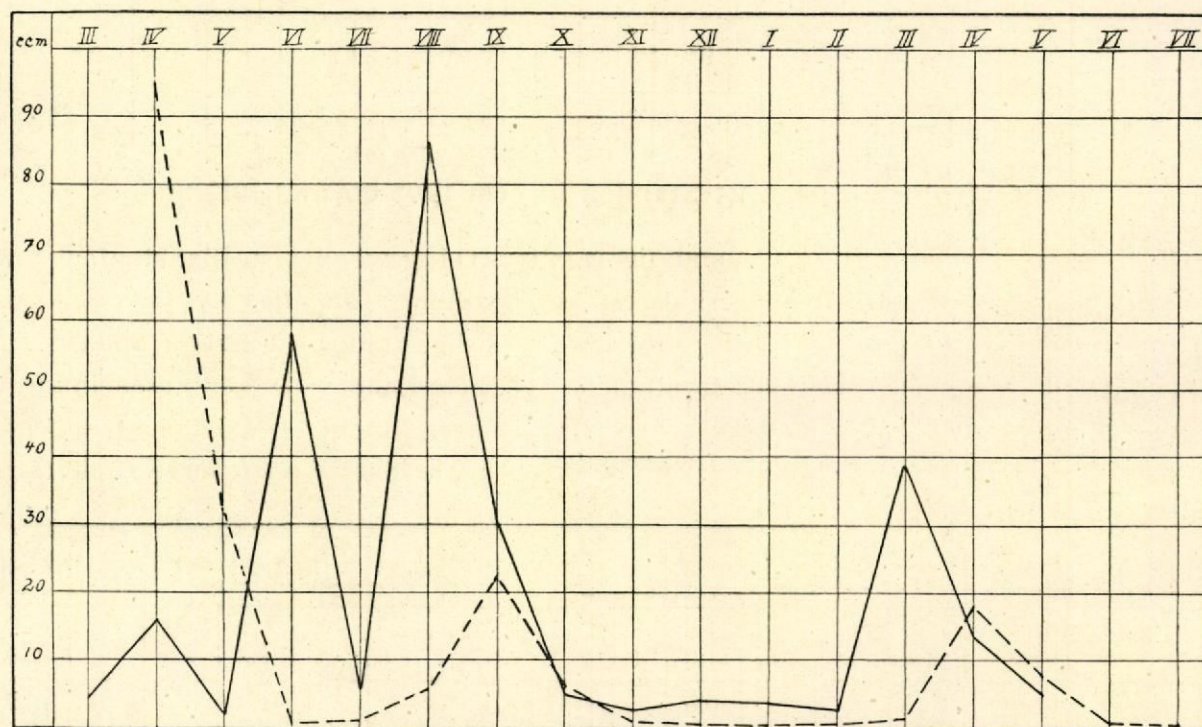
| Datum                 | 1912<br>1. III. | 3. IV | 24. IV | 10. V   | 22. V         | 24. V  | 7. VI  | 22. VI  | 28. VI | 12. VII | 20. VII | 26. VII | 23. VIII | 11. IX |
|-----------------------|-----------------|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|--------|
| Laboe nach 24 Stunden | 4,4             | 21,7  | 10,0   | 1,8     | 2,3           |        | 3,5    | 112,9   |        | 5,0     | 6,3     |         | 86,0     | 30,0   |
| „ 8 Tagen             | 2,4             | 15,3  | 5,5    | 1,0     | 1,4           |        | 1,8    | 78,8    |        | 2,3     | 4,3     |         | 67,0     | 25,6   |
| Bülk nach 24 Stunden  |                 |       |        | 0,5     |               | 1,8    | 2,6    |         | 19,3   | 1,4     |         | 1,1     | 40,2     | 6,0    |
| „ 8 Tagen             |                 |       |        | 0,4     |               | 1,5    | 2,1    |         | 14,9   | 1,2     |         | 0,8     | 31,5     | 4,9    |
| O I nach 24 Stunden   |                 |       |        | 0,7     |               |        | 1,5    |         | 5,0    |         |         | 0,9     |          | 6,6    |
| „ 8 Tagen             |                 |       |        | 0,6     |               |        | 1,4    |         | 2,8    |         |         | 0,8     |          | 4,3    |
| Datum                 | 1912<br>4. X    | 4. XI | 6. XII | 30. XII | 1913<br>24. I | 13. II | 7. III | 27. III | 9. IV  | 23. IV  | 10. V   |         |          |        |
| Laboe nach 24 Stunden | 5,0             | 2,7   | 4,4    | 3,7     | 3,6           | 2,7    | 18,5   | 58,9    | 6,7    | 21,1    | 5,1     |         |          |        |
| „ 8 Tagen             | 3,6             | 2,3   | 2,6    | 2,1     | 2,3           | 1,6    | 12,3   | 44,8    | 4,8    | 17,2    | 4,3     |         |          |        |
| Bülk nach 24 Stunden  | 7,4             |       |        |         |               |        |        |         |        |         |         |         |          |        |
| „ 8 Tagen             | 4,4             |       |        |         |               |        |        |         |        |         |         |         |          |        |
| O I nach 24 Stunden   | 2,5             |       |        |         |               |        |        |         |        |         |         |         |          |        |
| „ 8 Tagen             | 2,1             |       |        |         |               |        |        |         |        |         |         |         |          |        |

#### Absetzvolumen 1912/13.



und der lebhafte Wind hatte Mischungen verursacht. Es ist nun sehr denkbar, daß gerade bei Bülk der Wind intensiver gewirkt hat als bei Laboe, wo die nahe herantretenden Küsten seine volle Stärke nicht zur Entfaltung kommen lassen. Immerhin ist der Unterschied nicht groß. Es könnte durch die heftigere Windwirkung das Wasser bei Bülk nährstoffreicher als das bei Laboe geworden sein und so die Pflanzenproduktion begünstigt haben. Bedeutender ist an demselben Tage die Differenz zwischen OI und Laboe beziehungsweise Bülk.

Das Wasser bei dem Feuerschiff Bülk schwankt in seinem Planktongehalt stärker als das bei OI, aber meistens geringer als das bei Laboe. Offenbar läßt sich das fast stets höhere Planktonvolumen bei Laboe allein auf eine Düngung vom inneren Hafen aus und auf das dort bedeutend ruhigere Wasser zurückführen. Über die Planktonverhältnisse in der Beltsee überhaupt kann man, wie die Absatzvolumina meist schon deutlich zeigen, auf Grund der Befunde bei Laboe kaum etwas Genaues aussagen.



Figur 18.

**Absetzvolumen nach 24 Stunden in ccm (Monatsmittel).**

— Busch 1912/13.      - - - Lohmann 1905/06.

In der obenstehenden Kurve habe ich die von mir gemessenen Absatzvolumina im Monatsmittel mit den von Lohmann (46) für das Jahr 1905/06 angegebenen zusammengestellt. Es zeigt sich daraus, daß die von Lohmann gefundenen Werte im Winter kleiner als die von mir gemessenen sind. Da die Temperaturen nur wenig voneinander abweichen, scheinen die nächstliegende Ursache dafür die starken Windmischungen des Wassers, die den Nährstoffgehalt erhöhen, zu sein. Allerdings weiß ich nichts von den Witterungsverhältnissen des



Jahres 1905/06. Nur die monatlichen Durchschnittssalzgehalte zeigen für den Jahrgang 1905/06 größere Unterschiede zwischen 0 m und 12,5 m als für 1912/13. Daraus ließe sich immerhin auf stärkere Windmischungen 1912/13 schließen. Während im Jahre 1905 der Hauptanstieg des Absatzvolumens im Frühling war, lag er 1912 im Spätsommer, wenn man von dem abnormen Anstieg im Juni absieht, dem ein ebenso starker Abfall im Juli folgte.

Otten (56 S. 254) findet für den Fehmarnbelt bedeutend geringere Werte. Das ist ja durchaus erklärlich und dürfte für die ganze eigentliche Beltsee gelten. Zugleich ergibt sich daraus aber wieder, wie vorsichtig man mit einer Verallgemeinerung der in der Förde gefundenen Werte sein muß, wenn es gilt, die Produktion dieses Meeresgebietes quantitativ zu bestimmen.

### Das Auftreten der vom Netz fangbaren Planktonorganismen in der Kieler Förde im Jahre 1912/13.

#### Pflanzen.

#### Schizophyceen.

Von Schizophyceen kommen in der Kieler Förde nach Lohmann (46 S. 240) *Anabaena baltica* Schmidt, *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs und *Nodularia spumigena* Mert. vor. Alle drei Algenarten sind in der östlichen Ostsee heimisch. *Anabaena baltica* wurde von mir im November 1912 und am 27. März 1913 beobachtet. Am 4. November und besonders auch

| Datum                    | 1912<br>3. IV | 24. IV | 22. V | 7. VI | 22. VI | 20. VII | 23. VIII      | O I<br>11. IX | 4. X | 4. XI   | 1913<br>27. III | 9. IV | 10. V |
|--------------------------|---------------|--------|-------|-------|--------|---------|---------------|---------------|------|---------|-----------------|-------|-------|
| <i>Anabaena baltica</i>  | —             | —      | —     | —     | —      | —       | —             | —             | —    | 148 000 | 1 600           | —     | —     |
| <i>Aphanizomenon</i>     | —             | —      | —     | —     | —      | —       | —             | 2 400         | —    | —       | —               | —     | —     |
| <i>Nodularia spumig.</i> | 2 000         | 2 000  | —     | 800   | —      | 1 600   | Vor-<br>komm. | 4 800         | 800  | —       | 1 600           | 1 500 | 4 400 |
| Algen spec.              | —             | —      | 1 600 | 800   | 11 200 | —       | —             | —             | —    | —       | —               | —     | —     |

#### Schizophyceen 1912/13 (bei Laboe unter 1 qm Oberfläche).

am 27. März war dem Hafenwasser viel baltisches Wasser beigemischt, so daß das Auftreten dieser Ostseeform an diesen Fangtagen wohl erklärlich ist. Da von Lohmann, Driver und Merkle die Alge nur wenig und zwar im Juli bis August beobachtet wurde, ist sie mit Sicherheit als eingedrungen und für die Förde nicht typisch zu betrachten. *Aphanizomenon* zeigte sich recht spärlich im September beim Feuerschiff Gabelsflach. Offenbar ist auch diese Form nur als eingeschleppt aus der Ostsee zu betrachten; Driver beschreibt sie als in dem Greifswalder Bodden heimisch und findet die Grenze ihres Gedeihens bei Wasser von 10 bis 12‰ Salzgehalt. *Nodularia spumigena* fand ich im Unterschied zu Lohmanns Befunden (46 S. 241) hauptsächlich im Frühjahr und zwar im März, April und Mai, aber immer nur in geringer Menge. Nach Driver (15 S. 117) ist sie an das schwachsalzige Wasser der östlichen Ostsee gebunden und hat im Spätsommer wie alle Schizophyceen ihre Hauptwucherungsperiode. Auch Hensen findet sie in der Beltsee hauptsächlich im Spätsommer bis Herbst. Zum Unterschied davon



hält sie Brandt in der Beltsee für einheimisch und rechnet sie zu den Salzwasserformen. Apstein und Merkle (50 S. 331) wiederum glauben sie als für die Ostsee typisch ansehen zu können. Es läßt sich deutlich aus den hydrographischen Verhältnissen der Fangtage, an denen diese Schizophyce im Jahrgang 1912/13 beobachtet wurde, erkennen, daß durch Windmischungen sehr viel baltisches Wasser dem Hafenwasser beigemischt wurde. Deshalb halte ich diese Form ebenfalls für eine aus der Ostsee zeitweilig vordringende Alge. Das spärliche Vorkommen macht mir auch nicht den Eindruck, als könnte sie sich in dem schweren Beltseewasser und besonders in dem der Förde gut weiterentwickeln.

Unter Algen spec. sind Bruchstücke von Chlorophyceen und unbestimmbare Zellfäden gezählt. Diese sind wohl hauptsächlich durch das Schwentinewasser in die Förde gelangt und von keiner großen Bedeutung.

#### Diatomeen.

In der Anordnung der Diatomeen folge ich der Einteilung von Ostenfeld (60), nur unter Voraussnahme der Centricae.

#### Centricae.

Die Diatomeen machen die Hauptmasse unter allen Planktonpflanzen aus. Unter ihnen ragen an Menge die Centricae und unter diesen die *Chaetoceras*-Arten hervor. Ich will deshalb mit der Untersuchung des monatlichen Auftretens dieser Diatomeen beginnen. Die *Chaetoceras*-Zellen und -Ketten sind bei der Zählung, wie Lohmann (46 S. 247) auch ausführt, schwer voneinander zu unterscheiden. In lebendem Zustande wird es immer möglich sein, zu einem guten Resultat zu kommen, aber bei mit Alkohol konserviertem Material ist das nicht so einfach. Trotzdem wird es bei einiger Übung meist gelingen, die Zellen, ohne die Probe auf der Platte eintrocknen lassen zu müssen, zu zählen und genau zu bestimmen. Nur bei *Chaetoceras sociale* und einigen spärlich vorkommenden kleinen Arten muß man das eingetrocknete Material zählen. Dann bieten aber die ganz charakteristisch gekrümmten Borsten ein genügend sicheres Unterscheidungsmerkmal. Daß, wie Lohmann angibt (46 S. 248), bei nasser Zählung viele Zellen übersehen werden, ist jedenfalls bei dem von Kräfft (34 S. 49) und mir angewandten Verfahren, die kleinsten Formen trocken zu zählen, vermieden.

| Monat | III           | IV            | V         | VI            | VII        | VIII           |
|-------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|----------------|
| 1912  | 82 635 400    | 858 142 400   | 1 597 000 | 1 434 245 400 | 83 494 700 | 19 646 720 000 |
| 1913  | 5 446 895 000 | 1 468 758 000 | 2 431 200 | —             | —          | —              |

| Monat | IX            | X          | XI      | XII       | I       | II        |
|-------|---------------|------------|---------|-----------|---------|-----------|
| 1912  | 2 769 368 000 | 68 910 400 | 941 720 | 2 389 330 | —       | —         |
| 1913  | —             | —          | —       | —         | 258 600 | 3 879 000 |

**Chaetocerasgesamtzellenzahl bei Laboe 1912/13.**

— = nicht gezählt.



| Juni 1905 | Juli 1905  | August 1905 | September 1905 | Oktober 1905  | November 1905 |
|-----------|------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 4 350 000 | 23 805 000 | 405 000 000 | 12 450 000 000 | 1 215 000 000 | 24 000 000    |

| Dezember 1905 | Januar 1906 | Februar 1906 | März 1906   | April 1906    | Mai 1906      |
|---------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 2 850 000     | 1 365 000   | 3 150 000    | 345 000 000 | 8 850 000 000 | 2 700 000 000 |

**Chaetocerasgesamtzellenzahl bei Laboe 1905/06**

(unter 1 qm Oberfläche).

Die vorstehenden beiden Tabellen enthalten die von mir 1912/13 bei Laboe ermittelten Gesamtzahlen der *Chaetoceras*-Zellen neben den von Lohmann (46) für 1905/06 veröffentlichten Werten. Es zeigt sich zwar ein Unterschied in den einzelnen Jahren, aber dennoch sind die Zahlen des einen nicht allzuviel größer oder kleiner als die des anderen Jahres. Nur im Juni 1912 ließ sich eine starke *Chaetoceras*-Wucherung feststellen, die aber nur in diesem Jahr als Ausnahme vorkam.

|                  | I   | II  | III  | IV   | V   | VI   | VII | VIII | IX   | X   | XI  | XII |     |
|------------------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Setzvolumen 1912 | —   | —   | 4,4  | 15,9 | 2,1 | 58,2 | 5,7 | 86,0 | 30,0 | 5,0 | 2,7 | 4,1 | ccm |
| Laboe 1913       | 3,6 | 2,7 | 38,7 | 13,9 | 5,1 | —    | —   | —    | —    | —   | —   | —   |     |
| Setzvolumen 1905 | —   | —   | —    | —    | —   | 0,5  | 1,0 | 5,5  | 22,0 | 6,3 | 0,9 | 0,5 | ccm |
| Laboe 1906       | 0,4 | 0,5 | 1,2  | 18,2 | 7,2 | —    | —   | —    | —    | —   | —   | —   |     |

In der vorstehenden Tabelle sind die Setzvolumina nach Lohmann und mir zusammengestellt. Die Setzvolumina geben ein ungefähres aber natürlich nicht genaues Bild der *Chaetoceras*-Anstiege und -Abfälle; ungenau wird die Kurve besonders dadurch, daß sich die verschiedenen Arten auch verschieden absetzen; so ist zum Beispiel das große Volumen im Juni 1912 bedingt durch das riesige Anwachsen von *Chaetoceras decipiens*, einer großen und sehr sperrigen Diatomeenform. Daß ein größeres Setzvolumen auch durchaus nicht immer einen stärkeren Gehalt des Wassers an *Chaetoceras*-Zellen bedeutet, zeigt der April 1912 und 1913.

Aus dem Vergleich der Setzvolumina in den einzelnen Jahren mit den gezählten *Chaetoceras*-Mengen geht trotz der großen Mängel, die diesem Vergleich anhaften, doch hervor, daß mit dem mittleren Apsteinnetz genügend quantitative *Chaetoceras*-Fänge gemacht werden können, und daß ein großer Fangverlust bei dieser Gattung wohl kaum statthat. Während Lohmann (46 S. 248 ff.) zwei Maxima der *Chaetoceras*-Wucherung findet, eins im Frühjahr, das andere im Herbst, kommt für das Jahr 1912 noch eins im Juni hinzu. Trotzdem läßt sich aus den Befunden von Brandt und Apstein erkennen, daß der zweimalige Anstieg der *Chaetoceras*-Vegetation den normalen Verlauf kennzeichnet. Auch das hier nicht mitbehandelte Jahr 1913



| Datum                                 | 1912<br>1. III | 3. IV       | 24. IV      | 10. V   | 22. V     | 7. VI     | 22. VI                  | 12. VII    | 20. VII | 26. VII     | 23. VIII       |
|---------------------------------------|----------------|-------------|-------------|---------|-----------|-----------|-------------------------|------------|---------|-------------|----------------|
| <i>Chaetoceras</i><br>species         | 4 600 000      | —           | 1 200 000   | 47 700  | 116 400   | 13 800    | 480 000                 | 666 600    | 40 000  | —           | 1 120 000      |
| „ sociale<br>+ radians                | 4 040 000      | 420 000 000 | 150 000 000 | —       | —         | —         | 1 760 000               | 62 280 000 | —       | 166 620 000 | 19 623 200 000 |
| „ decipiens                           | —              | 44 800      | 1 480 000   | 571 800 | 1 072 700 | 964 000   | 2 738 700 000           | 35 552 000 | 26 700  | —           | —              |
| „ diadema                             | 25 800 000     | 408 000 000 | 1 760 000   | 30 600  | 50 000    | 200 000   | 36 080 000              | 254 300    | —       | —           | —              |
| „ „ Dauer-<br>sporen                  | —              | 600 000     | 16 000      | —       | —         | —         | 4 480 000               | —          | —       | —           | —              |
| „ curvisetum<br>+ debile              | 37 680 000     | 668 000 000 | 3 920 000   | —       | 59 100    | 1 040 000 | 13 680 000              | 715 200    | —       | 120 000     | 2 080 000      |
| „ „ Dauer-<br>sporen                  | —              | 1 056 000   | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | —              |
| „ boreale                             | 86 000         | —           | 8 960 000   | 35 800  | 402 700   | 248 800   | —                       | 435 200    | 124 400 | 205 000     | 20 160 000     |
| „ contortum                           | 58 400         | 224 000     | 760 000     | 10 200  | 636 000   | 728 800   | 67 760 000              | 2 680 000  | 110 800 | —           | —              |
| „ „ Dauer-<br>sporen                  | —              | —           | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | —              |
| „ Weissflogi<br>+ teres               | 24 400         | 400 000     | 920 000     | 10 200  | 76 000    | —         | —                       | 27 100     | —       | —           | —              |
| „ breve                               | 226 600        | 30 000 000  | 160 000     | —       | 38 200    | 275 500   | 560 000                 | —          | —       | 26 700      | —              |
| „ „ Dauer-<br>sporen                  | —              | —           | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | —              |
| „ laciniosum                          | —              | —           | —           | —       | 36 400    | 44 400    | 960 000                 | 35 500     | —       | 17 800      | —              |
| „ pseudocarinatum                     | —              | —           | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | —              |
| „ holsaticum                          | 9 840 000      | 16 000 000  | —           | —       | —         | —         | 480 000 (siehe species) | —          | —       | —           | —              |
| „ „ Dauer-<br>sporen                  | —              | 2 784 000   | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | (160 000)      |
| „ Schützi                             | —              | —           | —           | —       | —         | (35 500)  | —                       | —          | —       | —           | —              |
| „ „ Dauer-<br>sporen (simile 280 000) | —              | —           | —           | —       | —         | —         | —                       | —          | —       | —           | —              |

Tabelle III. Die *Chaetoceras* Arten 1912/13. (Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche).



| Datum                 | 1912          |             | 1913    |           |         |         |           |               |               | 23. IV        |               |
|-----------------------|---------------|-------------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                       | 11. IX        | 4. X        | 4. XI   | 6. XII    | 30. XII | 24. I   | 13. II    | 7. III        | 27. III       |               | 9. IV         |
| Chaetoceras species   | 4 177 800     | 2 928 000   | 229 100 | 613 200   | 148 000 | 28 000  | 41 800    | 3 200 000     | 168 000 000   | 4 520 000     | 772 000       |
| „ sociale + radians   | 2 758 668 000 | 17 480 000  | —       | —         | —       | —       | —         | 287 200 000   | 2 077 200 000 | 1 073 200 000 | 1 665 600 000 |
| „ decipiens           | 277 400       | 400 000     | —       | —         | 20 000  | —       | —         | —             | —             | 360 000       | 240 000       |
| „ diadema             | 320 000       | 720 000     | 338 000 | 1 990 000 | 500 000 | 218 800 | 3 790 800 | 6 968 800 000 | 574 000 000   | 42 400 000    | 98 400 000    |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | 145 000 000   | 24 000        | —             |
| „ curvisetum + debile | 4 480 000     | 5 200 000   | 88 800  | 1 026 700 | 85 000  | —       | 6 400     | 298 200 000   | 264 000 000   | 11 040 000    | 5 560 000     |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | 14 000 000    | 720 000       | 240 000       |
| „ boreale             | 61 100        | 436 600     | 12 700  | —         | 16 000  | —       | —         | —             | —             | 320 000       | —             |
| „ contortum           | 656 600       | 5 040 000   | 140 800 | 320 000   | 12 000  | 11 800  | 40 000    | 20 200 000    | —             | 1 640 000     | 1 080 000     |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | 4 800 000     | —             | —             |
| „ Weissflogi + teres  | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | 20 000 000    | 2 600 000     | 840 000       |
| „ breve               | 382 200       | 11 626 600  | 63 600  | —         | 11 900  | —       | —         | —             | —             | 1 600 000     | 20 000 000    |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | —             | 80 000        | —             |
| „ lacinosum           | —             | 53 400      | 36 000  | 35 800    | —       | —       | —         | —             | —             | 160 000       | —             |
| „ pseudocrocinum      | 130 700       | 23 905 800  | 32 700  | —         | —       | —       | —         | —             | —             | —             | —             |
| „ holsaticum          | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | 24 400 000    | 10 000 000    | —             | —             |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | 14 790 000    | —             | —             |
| „ Schüttli            | (213 400)     | (1 120 000) | —       | —         | —       | —       | —         | —             | —             | (640 000)     | (240 000)     |
| „ „ Dauer-sporen      | —             | —           | —       | —         | —       | —       | —         | —             | —             | (240 000)     | —             |

Tabelle III. Die Chaetoceras-Arten 1912/13. (Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche).

Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. K. Kommission Abteilung Kiel. Bd. 18.

12



zeigte denselben Verlauf. Auf welche Ursachen dies eigenartige Verhalten des Planktons im Jahre 1912 zurückzuführen ist, will ich weiter unten bei der Besprechung der einzelnen Arten noch näher erläutern. Lohmann findet im Frühjahr, sobald die höchste Volkszahl erreicht ist, ein Auftreten von Dauersporen, während im Sommermaximum dies weniger der Fall war. Diese Erscheinung, die auch Kräfft (34) beobachtete, stellte sich im Jahre 1912 wie 1913 ebenfalls ein. Lohmann untersuchte nun dieses Verhalten näher und kam zu dem Ergebnis, daß sich ein Unterschied der Arten, die sich an der Zusammensetzung des Frühjahr- und Herbst-

| Datum                         | Laboe<br>10. V 1913                 | O I<br>28. VI 1912 | O I<br>11. IX 1912 |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Chaetoceras species . . . . . | 72 800                              | 800 000            | 2 080 000          |
| „ sociale + radians . . .     | —                                   | 520 000            | 1 892 000 000      |
| „ decipiens . . . . .         | 9 200                               | 41 440 000         | —                  |
| „ diadema . . . . .           | 120 000                             | 200 000            | 64 000             |
| „ „ Dauersporen .             | —                                   | —                  | —                  |
| „ curvisetum + debile .       | 60 000                              | 8 320 000          | 13 840 000         |
| „ „ Dauersporen               | —                                   | —                  | —                  |
| „ boreale . . . . .           | 92 000                              | 176 000            | 80 000             |
| „ contortum . . . . .         | 92 000                              | 200 000            | 16 000             |
| „ „ Dauersporen               | —                                   | —                  | —                  |
| „ Weissflogi + teres . .      | 1 868 000                           | —                  | —                  |
| „ breve . . . . .             | 23 200                              | 440 000            | 64 000             |
| „ „ Dauersporen . .           | —                                   | —                  | —                  |
| „ laciniosum . . . . .        | 14 000                              | —                  | —                  |
| „ pseudocrinitum . . .        | —                                   | —                  | 2 960 000          |
| „ holsaticum . . . . .        | —                                   | —                  | —                  |
| „ „ Dauersporen               | —                                   | —                  | —                  |
| „ Schütti . . . . .           | —                                   | —                  | —                  |
| „ „ Dauersporen . .           | (40 000 simile)<br>(40 000 gracile) | —                  | —                  |

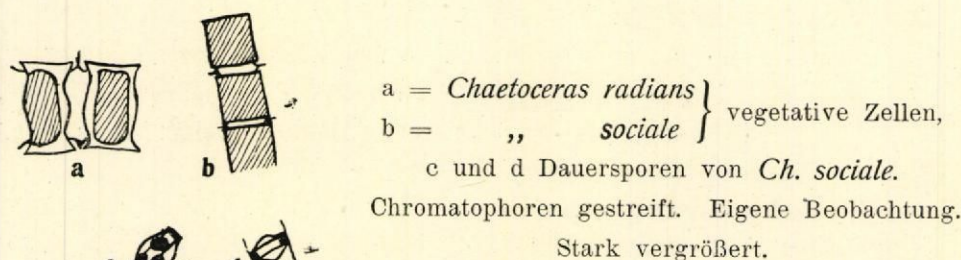
Tabelle III. Die Chaetoceras-Arten 1912/13.

(Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche).

planktons beteiligen, nicht ergibt; nach ihm fällt also die Möglichkeit, daß das Herbstmaximum wegen der spärlich auftretenden Sporen aus rein ozeanischen Arten sich zusammensetzen könnte, fort. Er findet im Frühjahr und Herbst eine massenhaft vorkommende Form, *Chaetoceras radians*, und beschreibt auch das Vorhandensein der beiderseits bedornten Dauersporen dieser *Chaetoceras*-Art. Auch in dem von mir untersuchten Jahrgang konnte ich das Auftreten dieser



Diatomeenart feststellen. Aber bei genauerer mikroskopischer Untersuchung an frischem und konserviertem Material kam ich zu dem Ergebnis, daß die Hauptmasse der Frühlings- und Herbstwucherung der *Chaetoceras*-Arten gebildet wird von den kugeligen Kolonien von *Chaetoceras sociale*, einer mit *radians* nahe verwandten Form. Neben den auch aus den nachstehenden Figuren ersichtlichen typischen *sociale*-Zellen und -Kolonien kamen wiederum auch die von Gran (8 S. 97) genau beschriebenen *Chaetoceras radians*-Zellen, zu ähnlichen Haufen vereint, vor. Diese einander recht ähnlichen Arten sollen sich nach Gran hauptsächlich durch ihre Sporen unterscheiden. Während diese bei *sociale* glatt sind, besitzen sie bei *radians* bedornete Schalen. In zentrifugierten Wasserproben, die mir von Herrn Dr. Wulff freundlichst zur Verfügung gestellt wurden, fand ich nur die in Gruppen zusammenliegenden *Chaetoceras sociale*-Dauersporen. Sie haben, wie die Figur zeigt, eine glatte Schale mit zwei buckeligen Hervorwölbungen auf jeder Schalenhälfte und bei Konservierung mit Flemmingscher Lösung drei schwarzgefärbte Körper im Innern, vielleicht fettähnliche Substanzen. Diese Ruhesporen lagen meist noch innerhalb der Zellwandungen, und diese zeigten die für *Chaetoceras sociale* typische Anordnung und Form. Sporen, die beiderseits bedornt waren, wurden von mir einzeln gefunden; nie kamen sie aber in derselben



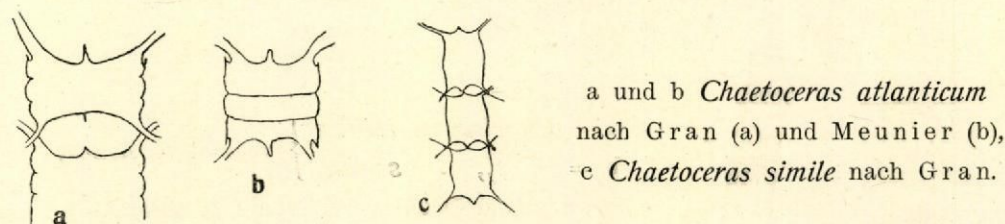
Figur 19.

Menge und Anordnung wie die *sociale*-Dauersporen vor. Es ließ sich dabei auch bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen feststellen, daß die beiderseits bedorneten Sporen stets nur in Ketten von *Chaetoceras holsaticum* oder zu geringem Teile auch von *Chaetoceras simile* sich fanden und sicher die Dauersporen dieser Arten waren. Mit der größten Wahrscheinlichkeit sind deshalb wohl die von Lohmann beobachteten und für *radians*-Sporen angesehenen Ruhezustände in Wahrheit solche der eben erwähnten *Chaetoceras*-Arten gewesen. Meunier (16 S. 250) gibt an, er habe beide Arten gemeinsam vorkommend beobachtet; er habe jedoch bei *Chaetoceras radians* nur glatte Sporenschalen gesehen. Da er nur die Primärschalen, nicht aber ausgebildete Sporen gefunden hat, scheinen seine Ausführungen nicht sehr beweiskräftig zu sein. Es macht überhaupt den Eindruck, als hätte Meunier seine Behauptungen auf zu geringen Beobachtungen aufgebaut. Wie weit die verschiedenen Behauptungen zutreffen, und ob vielleicht *Chaetoceras radians* nur eine an das Küstenleben angepaßte Varietät von *sociale* ist, läßt sich vorderhand noch nicht entscheiden.

Außer *Chaetoceras radians* findet Lohmann ein massenhaftes Auftreten von *Chaetoceras atlanticum* im Frühjahr. Er schreibt, daß diese Art besonders gut durch einen feinen Stachel in der Mitte der Breitseiten der Zellen ausgezeichnet ist. Ich habe trotz eifrigen Suchens im



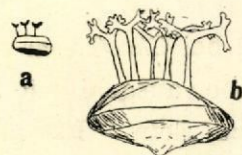
ganzen Jahre 1912 und auch im Frühjahr 1913 nicht eine Zelle dieser *Chaetoceras*-Art gesehen! Dabei findet Lohmann (46 S. 249) 120 000 000 Zellen am 11. IV. 1906. Kräfft, der im März 1906 eine Fahrt mit dem Forschungsdampfer „Poseidon“ mitmachte, hat das Plankton gerade dieses Frühljahrs im März und April sowohl in der Nord- wie in der Ostsee untersucht. Aber er findet erst auf Station 19, am Eingang des Skagerrak in die Nordsee, 440 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche am 6. April 1906. Da er weder in der Beltsee noch im Kattegat eine Zelle dieser Art entdeckt hat, scheint es äußerst unwahrscheinlich zu sein, daß gerade an der Fangstelle bei Laboe, im Kieler Hafen, solche Massen dieser rein ozeanischen Diatomee vorgekommen sein sollten. Lohmann muß sich bei der Bestimmung geirrt haben. Möglich erscheint es mir, daß er *Chaetoceras simile* für *atlanticum* gehalten hat, eine Form, die in der Mitte des Zellenbodens eine Erhebung trägt, die sich mit der der Nachbarzelle berührt. Diese *Chaetoceras*-Art kommt allerdings im Frühjahr recht zahlreich vor. In der nachstehenden Figur sind nach Zeichnungen Grans, die dem Band über Diatomeen des „Nordischen Plankton“ (8) entnommen sind, und nach Meuniers (16) Abbildungen Bilder dieser *Chaetoceras*-Arten zusammengestellt.



Figur 20.

Da Lohmann die *Chaetoceras*-Arten hauptsächlich trocken gezählt hat und dabei scheinbar starke Vergrößerungen anwandte, wäre die Verwechselung der angegebenen Formen nicht unmöglich. Trocken lassen sich eben nur *Chaetoceras sociale*-Zellen mit genügender Sicherheit bestimmen.

Vielmehr wird die Frühjahrswucherung außer durch *sociale* durch eine andere Diatomee, nämlich *Chaetoceras diadema*, beherrscht. Ich fand von dieser Art am 7. März 1913 über 6 Milliarden Zellen unter 1 qm Oberfläche. Merkwürdigerweise hat Lohmann eine der charak-



Figur 21.

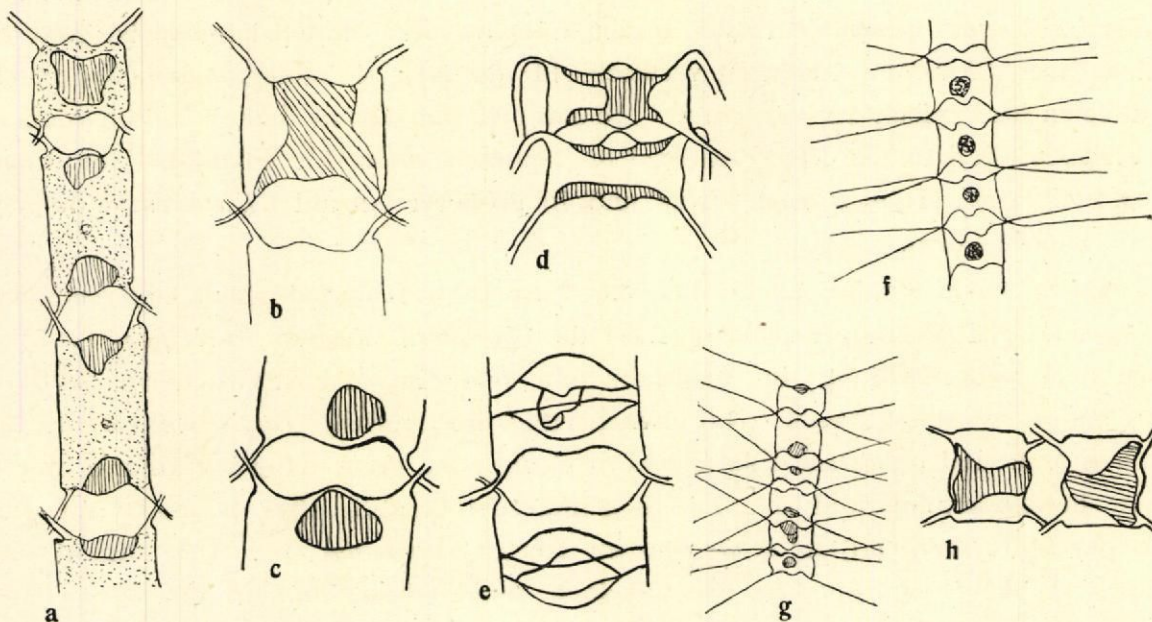
a = *Chaetoceras* Ruhespore nach Lohmann,  
b = Spore von *Chaetoceras diadema*  
aus dem Frühlingsplankton 1912.

teristischen Dauersporen dieser Art auf Seite 201 abgebildet, ohne das Vorkommen der Diatomee mit einem Wort zu erwähnen! (Siehe Figur 21.) Kräfft hat diese *Chaetoceras*-Spezies in der Beltsee und dem Kattegat an allen untersuchten Stationen im Jahre 1906 in großer Menge während des Frühljahrs gefunden, ein Zeichen dafür, daß ihr Auftreten das normale Verhalten kennzeichnet. *Chaetoceras diadema* beteiligte sich im Jahre 1912 an der Herbstwucherung nicht. Die



Diatomee kommt aber das ganze Jahr über in wechselnder Menge vor, wie ich weiter unten ausführen werde.

Lohmann findet weiter während des Frühjahrs und im Herbst ein zahlreiches Vorkommen von *Chaetoceras didymum*, *gracile*, *perpusillum*, *subtile*, *danicum*. *Chaetoceras didymum* habe ich niemals beobachten können. Auch Kräfft und Merkle erwähnen die Art nicht. Nur Driver hat sie im November auf Station 2 vor dem kleinen Belt in geringer Menge gefunden (15). Ostenfeld (60 S. 466) beschreibt ihr Vorkommen im Skagerrak, Kattegat und der Beltsee; er findet ihr Optimum im November, ihr Minimum im Mai. Auch nach Gran (19 S. 26)



Figur 22.

- a = Kette von *Chaetoceras breve* (eigene Beobachtung),  
 b = „ „ „ „ nach Gran,  
 c = „ „ „ „ (eigene Beobachtung),  
 d = „ „ *Chaetoceras didymum* nach Gran,  
 e = „ „ *Chaetoceras breve* mit Sporen,  
 f = *Chaetoceras didymum* nach Lohmann,  
 g = Skizze einer Kette von *Chaetoceras breve* (eigene Beobachtung),  
 h = „ „ „ „ (eigene Beobachtung).

ist diese *Chaetoceras*-Form besonders in den Herbstmonaten in der Nordsee sehr häufig. Er erwähnt dann noch, daß sie bei Romsdalen sogar als untergeordneter Faktor im Frühjahrsplankton auftreten kann. Er rechnet sie zu den neritischen Diatomeen.

Ostenfeld gibt in einer Fußnote der Vermutung Raum, daß diese Art bei Zählungen in der Beltsee mit einer ähnlichen Art, *Chaetoceras breve*, verwechselt sein könnte. Lohmann hat die von ihm als „*didymum*“ gezählte species auf Seite 201 seiner Arbeit (46) in der Form einer Skizze aufgezeichnet. Danach scheint (wie die oben in Fig. 22 zusammengestellten Figuren wohl auch zeigen) die Vermutung Ostenfelds zu Recht zu bestehen, da



*Chaetoceras didymum* anders gebogene Borsten und anders gestaltete Chromatophoren besitzt. Die reproduzierte Figur, allerdings nur eine Skizze, scheint mit großer Sicherheit von einer Kette des *Chaetoceras breve* herzustammen, einer Form, die von Kräfft, Driver und mir recht zahlreich gerade im Frühjahr in der Beltsee gefunden worden ist. *Chaetoceras subtile* glaube ich bei Trockenzählungen auch gesehen zu haben, ohne es mit Sicherheit behaupten zu wollen; ebenso traf ich *Chaetoceras gracile* an, aber nur in geringer Menge. *Chaetoceras perpusillum* wurde nicht beobachtet, möglich ist es aber, daß es unter den unbestimmbaren Ketten gewesen ist. *Chaetoceras danicum* ist mir nie zu Gesicht gekommen, dagegen fast stets größere Mengen von *Chaetoceras boreale*. In recht erheblicher Anzahl kommt auch das von Kräfft zahlreich angetroffene *Chaetoceras holsaticum* in der Kieler Förde vor. Diese Diatomee ist ganz typisch, kaum mit anderen *Chaetoceras*-Arten zu verwechseln; da man sie stets in allen Jahren antrifft, ist ihr Auftreten als typisch zu betrachten. Lohmann hat sie in dem von ihm untersuchten Jahrgang 1905/06 nicht angetroffen. Außerdem kommen noch im Frühjahr vor *Chaetoceras decipiens*, *debile*, *contortum*, *laciniosum*, *simile* und in größerer Anzahl *Chaetoceras Weissflogi*, eine mit *teres* verwandte Form.

Es haben nach meinen auch über das Jahr 1913/14 ausgedehnten Untersuchungen im Frühjahr ihre einzige Hauptwucherungsperiode *Chaetoceras diadema*, *Weissflogi (teres)*, *simile*, alles Arten mit Sporenbildung; im Frühjahr und früh im Herbst wuchern, also zweimal *Chaetoceras sociale* + *radians*, *boreale* (Hauptwucherung im Herbst), *curvisetum* + *debile*, spät im Oktober noch *breve* und *contortum*. *Chaetoceras curvisetum* und *debile* habe ich anfangs nur schwer auseinander halten können und sie deshalb gemeinsam gezählt; aber es macht mir den Eindruck, als herrschte im Frühjahr *debile* und im Herbst *curvisetum* vor. Das stimmt auch mit den Angaben Ostfelds überein, der für *debile* den Frühling und für *curvisetum* den Herbst als Hauptwucherungszeit ansieht (60 S. 488 u. 484). Auch *holsaticum* konnte ich bei Beginn der Zählungen schwer aussondern und habe es wohl im Herbst unter den unbestimmbaren Zellen mitgezählt. Nur im Herbst wuchert in ganz bestimmt begrenzter Periode *Chaetoceras pseudocrinitum*. Für das Jahr 1912 ließ sich dann als Ausnahme noch das sonst nur spärlich sich einfindende, rein atlantische *Chaetoceras decipiens* feststellen, das, wie schon erwähnt, am 22. Juni mit fast drei Milliarden Zellen unter einem Quadratmeter Oberfläche eine riesige Hochperiode zeigt. Im übrigen findet sich *Chaetoceras laciniosum* im Sommer etwas häufiger, und auch *Chaetoceras Schütti* glaube ich im Herbst und im Frühjahr gesehen zu haben, wenn es richtig bestimmt wurde. Es zeigt sich demnach, daß viele *Chaetoceras*-Arten sicher auch eine einmalige Hauptperiode im normalen Verlauf eines Jahres haben, und zwar fällt diese hauptsächlich in den Frühling. Auch produzieren außer *boreale* alle im Frühling vorherrschenden Arten Dauersporen, während im Herbst dies in geringerem Maße vor sich geht.

Es soll nun auf die einzelnen Arten besonders in ihrem Verhalten zu den hydrographischen Veränderungen näher eingegangen werden.

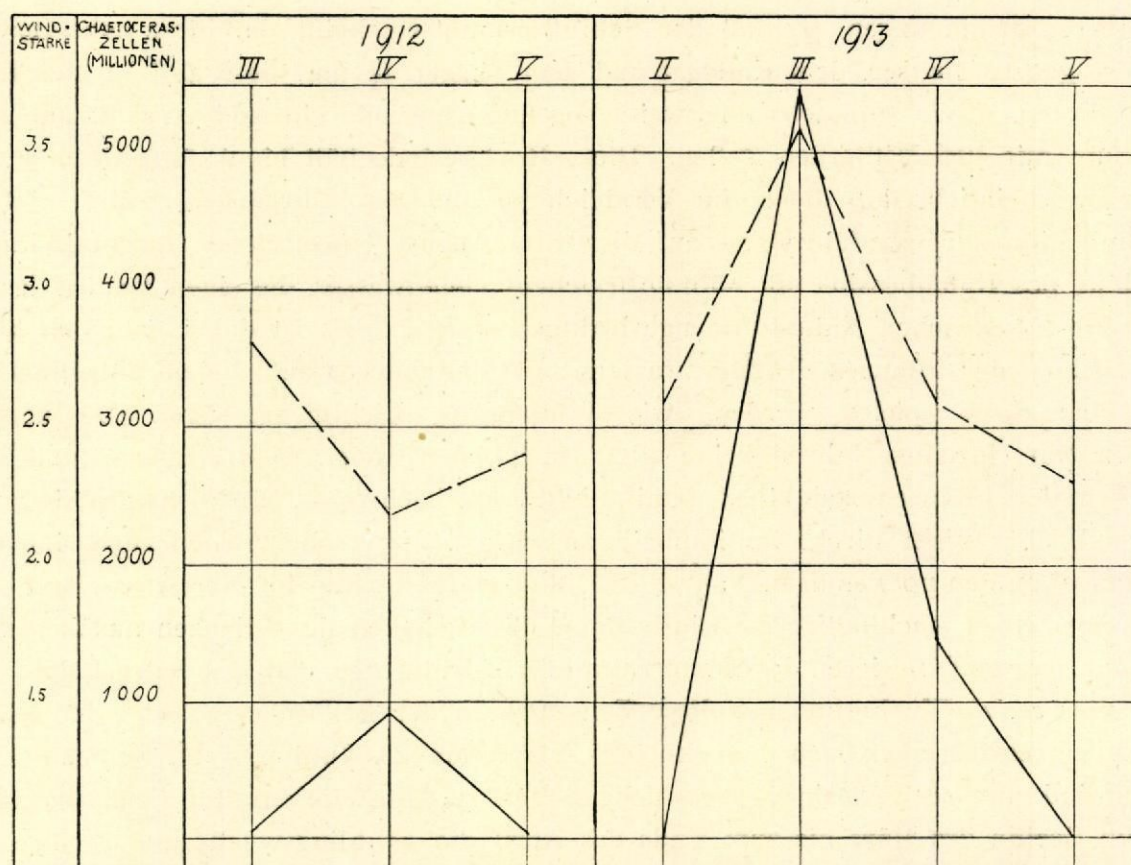
*Chaetoceras sociale* Laud. und *radians* Schütt wurden von Anfang März 1912 bis zum 24. April in relativ geringer Zahl (Maximum 420 Millionen) angetroffen und waren am 10. Mai verschwunden. Sie zeigten während dieser Zeit keinen recht merkbaren Einfluß der Änderungen



in den äußeren Bedingungen, so daß der Schluß erlaubt erscheint, daß diese nahe verwandten Arten in der ganzen Beltsee, dem Kattegat und dem Skagerrak um diese Zeit in gleichmäßiger Stärke wucherten. Ende Juni setzt die zweite Vegetationsperiode ein und erreicht am 23. VIII. ein Maximum mit 19,5 Milliarden Zellen. Diese Hochperiode hält bis Anfang Oktober an. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser im Vergleich zu anderen Jahrgängen frühe Eintritt der Herbstkulmination zurückzuführen ist auf die Mitte August eingetretene Durchmischung und die Anfüllung des Hafenbassins mit nährstoffreichem Tiefenwasser, die einen Anstieg der für die Diatomeen unentbehrlichen Nährstoffmenge bedingen müssen. Es ist dabei natürlich klar, daß für das Gedeihen der Pflanzen des Meerwassers auch die anderen zum Leben unbedingt nötigen Faktoren eine Rolle spielen werden, wie Temperatur, Lichtmenge usw. Da aber diese Momente in den einzelnen Jahren keine allzu erheblichen Änderungen erfahren, und sich ein Parallelgehen der Pflanzenproduktion damit nicht recht nachweisen läßt, scheinen sie mir mehr unterstützend, aber nicht direkt bestimmend zu wirken. Es erscheint doch auch einleuchtend, daß ein Mangel an den notwendigen Nährstoffen, die schon sowieso im Meerwasser nur spärlich vertreten sind, einen nachhaltigeren Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen ausüben wird als das doch nur geringe Differieren der Temperatur, der Lichtmenge und des Salzgehaltes. — Daß die *Chaetoceras sociale*-Wucherung um diese Zeit auch in der Beltsee aufgetreten ist, lehren die bei dem Feuerschiff Gabelsflach berechneten Zahlen am 28. Juni und 11. September. Auch quantitativ sind nur recht geringe Verschiedenheiten zu konstatieren. Im Frühjahr 1913 tritt wieder vom Beginn des März bis zum Ende des April die Frühlingswucherung in ihre Rechte, die am 27. März mit 2 Milliarden ein Maximum erreicht. (Es ist natürlich sicher, daß die Höhe einer Vegetationsperiode nicht an den Fangtagen getroffen zu sein braucht; immerhin liegt sie in der Zeit.) Am 10. Mai ist die Hoch-Zeit wieder abgeklungen. Bei näherer Untersuchung der Frage, warum das Frühjahr 1913 ein so großes Mehr an *Chaetoceras*-Mengen produziert, kommt man auch wieder zu dem Ergebnis, daß im Frühjahr 1913 bedeutend stärkere Windmischungen der Wasserschichten und ein wenig höhere Temperaturen als 1912 vorhanden gewesen sind. Es scheint mir deshalb sicher zu sein, daß die Höhe der *Chaetoceras sociale*-Wucherung direkt von diesen Momenten abhängt. Daß die nur wenig höheren Temperaturen das Ursächliche dieser Erscheinung bilden sollten, ist sehr unwahrscheinlich. Auch andere Erklärungsmomente genügen nicht, so daß die Annahme eines direkten Einflusses stärkerer Durchmischung auf die *Chaetoceras*-Produktion als höchst wahrscheinlich gelten muß. In der nachstehenden Kurve und Tabelle sind die Gesamtzellenzahl aller *Chaetoceras*-Arten mit den beobachteten Windstärken zusammengestellt.

Eine andere Frage ist es jedoch, wovon der plötzliche Eintritt einer Wucherung ausgelöst wird. Da gegen Ende Februar eine nur wenig über 0° sich erhebende Temperatur vorherrschte und die Vegetationsperiode des Frühjahres 1912 trotzdem um dieselbe Zeit wie 1913 eintrat, halte ich es für ausgeschlossen, daß die Temperatur als auslösender Faktor in Frage kommt, sondern glaube, daß es sich hier um eine von Änderungen der Existenzbedingungen recht unabhängige in jedem Jahr wiederkehrende Periode handelt. Ob, wie Gran (19 S. 114) annimmt, auch die Lichtintensität dabei in Frage kommt, kann ich nicht entscheiden. Mög-





Figur 23.

———— Chaetoceraszellen-Gesamtzahl.      - - - - - Windstärke (Monatsmittel).

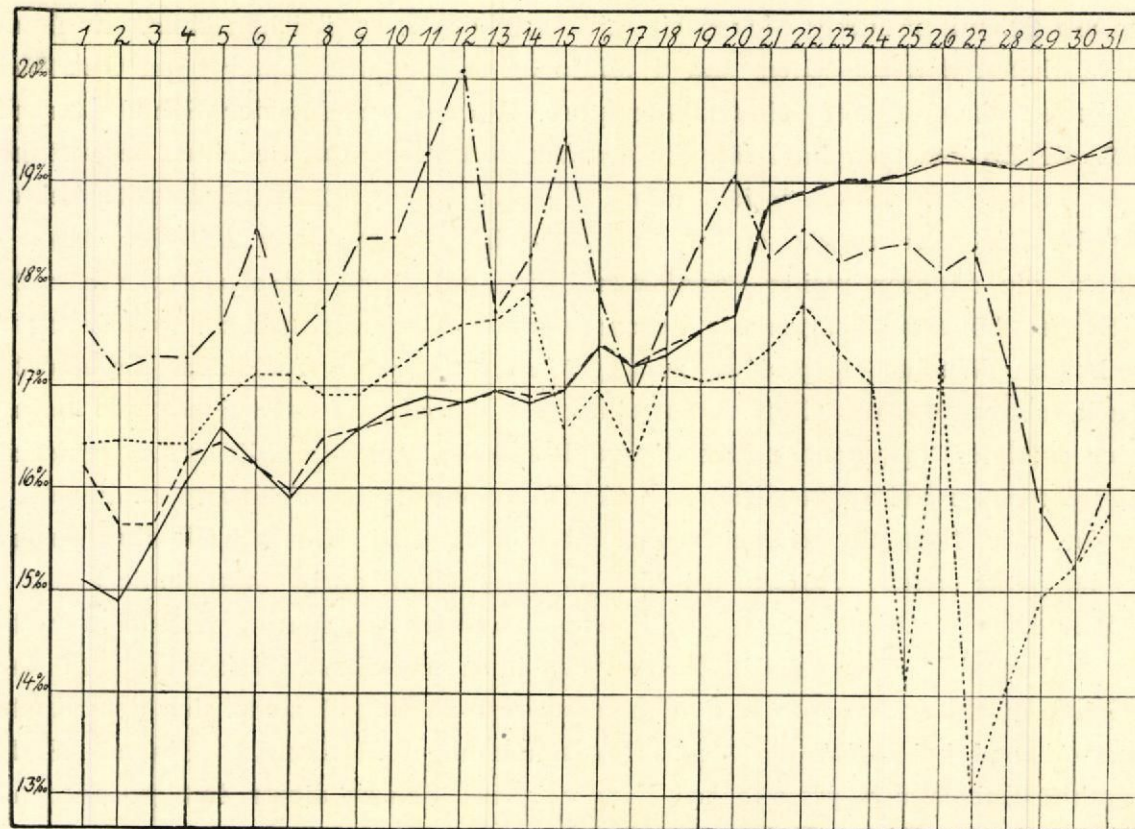
| Datum                             | 1912 |       |     | 1913    |      |       |     |
|-----------------------------------|------|-------|-----|---------|------|-------|-----|
|                                   | März | April | Mai | Februar | März | April | Mai |
| Zahl der beobachteten Windstillen | —    | 7     | 6   | 2       | —    | 5     | 5   |
| „ „ Windstärken 1—4 . . .         | 57   | 47    | 50  | 50      | 49   | 48    | 51  |
| „ „ Windstärken 5 . . . . .       | 3    | 2     | 3   | 3       | 5    | 3     | 5   |
| „ „ Windstärken 6 . . . . .       | 2    | 1     | 1   | —       | 1    | 3     | 1   |
| „ „ Windstärken 7 . . . . .       | —    | 1     | —   | 1       | 2    | —     | —   |
| „ „ Windstärken 8 u. darüber      | —    | 1     | 2   | —       | 5    | 1     | —   |
| „ „ Windstärken über 4 . . .      | 5    | 5     | 6   | 4       | 13   | 7     | 6   |

#### Windstärken bei Feuerschiff Gabelsflach Frühjahr 1912 und 1913.

lich wäre dies ja, aber bei dem ganz plötzlichen Eintritt der Wucherung ist dies sehr unwahrscheinlich. Man kann sich demnach die Bedingungen, die der *Chaetoceras*-Hochperiode im Frühling zu Grunde liegen, etwa so vorstellen, daß, analog dem Verhalten der Vegetation auf dem Lande, in der für das Gedeihen der Diatomeen günstigsten Zeit das



Ansteigen der Bevölkerungsdichte nach den Gesetzen der Vererbung ohne äußere auslösende Faktoren statthat; günstig sind die Wasserverhältnisse im Frühjahr durch die Anreicherung mit Nährstoffen im Winter, die steigende Lichtmenge und die höhere Temperatur. Die Höhe oder Stärke einer Wucherung scheint dagegen einzig und allein von der vorhandenen Menge an Pflanzennährstoffen abzuhängen. Andererseits scheinen, wie das Einsetzen der Herbstwucherung 1912 zeigt, sehr günstige Nahrungsbedingungen und vielleicht auch chemische und thermische Reize den Eintritt der Vegetationsperiode etwas früher einleiten zu können, wie es ja von der Landvegetation ebenfalls bekannt ist.



Figur 24.

Salzgehalt in 0 und 12,5 m im Monat März 1912 und 1913 bei Gabelsflach-Feuerschiff.  
(Windmischungen).

—— Salzgehalt in 0 m 1913      --- Salzgehalt in 12,5 m 1913  
..... Salzgehalt in 0 m 1912      -.-.- Salzgehalt in 12,5 m 1912

*Chaetoceras diadema* (Ehrbg.) Gr an hat seine Hauptvegetationsperiode im Frühling. Jedoch kommt es in mehr oder weniger großer Menge das ganze Jahr über vor und kann für eine der Beltsee und dem Kattegat eigentümliche Diatomee angesehen werden. Im Frühjahr 1912 hatte es sein Maximum am 3. April mit 400 Millionen Zellen. An diesem und dem folgenden Fangtage konnten auch große Mengen der ganz charakteristischen Dauersporen (siehe Figur 21) gefunden werden. Es kamen am 3. April 680 vegetative Zellen auf eine Dauerspore, am 24. April

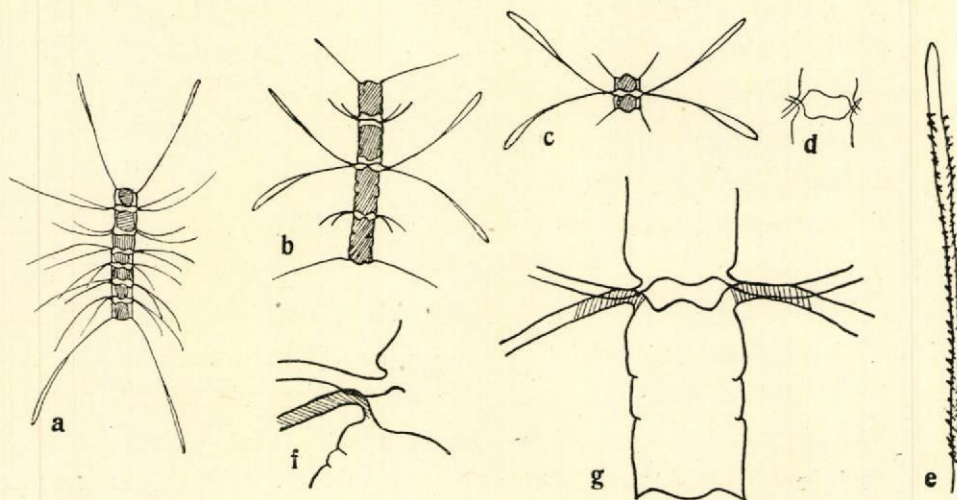


110. Der Abfall am 10. Mai ist sehr stark, es konnten aber immerhin noch über 30 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche berechnet werden. Der Anstieg am 22. Mai scheint auf die vor dieser Zeit stattgefundenen intensiven Durchmischungen der einzelnen Wasserschichten zurückgeführt werden zu können. Dasselbe ist auch am 7. Juni zu konstatieren; da das Wasser an allen diesen Fangtagen Tiefenwasser und seine Herkunft aus dem Kattegat wahrscheinlich ist, werden sich die Folgen der Durchmischung nicht nur in der Förde, sondern auch in der ganzen Beltsee bemerkbar machen. Die starken Mischungen und der Zustrom nährstoffreichen Tiefenwassers machen sich besonders am 22. Juni in ihren Folgen deutlich, weil in der Zeit zwischen dem 7. und dem 22. Juni das Hafenwasser sehr wenig gewechselt hat und man die Ergebnisse des Fanges am 22. mit relativer Sicherheit mit denen des 7. vergleichen kann. Es fanden sich am 22. 36 Millionen *diadema*-Zellen und 4 Millionen Dauersporen unter 1 qm Oberfläche. 8,1 vegetative Zellen kamen auf eine Dauerspore. Daraus scheint der Schluß gerechtfertigt zu sein, daß die Bedingungen im Frühjahr des Jahres 1912 für das Gedeihen der Art ungünstig gewesen sein müssen. Wahrscheinlich haben die spärlichen Pflanzennährstoffe keine starke Wucherung der Diatomee zugelassen, so daß nur ein geringer Bruchteil der Algen Dauersporen bildete, die anderen weiter vegetierten. Erst mit dem Einsetzen günstiger Nahrung und zugleich der höheren Temperatur begannen diese Ketten lebhaft zu vegetieren und am Ende der kurzen Wucherungsperiode zum größten Teil Sporen zu bilden. Es macht danach den Eindruck, als wären zur Dauersporenbildung für diese Art erst eine große Reihe rasch nacheinander erfolgter Teilungen notwendig, während sonst ein erheblicher Prozentsatz weiter vegetiert. Andererseits scheint für diese Art die Hauptperiode im Frühjahr zu liegen, die nur ausnahmsweise, wie 1912, um einige Monate verlängert wird. Das schafft aber einen Unterschied zu *Chaetoceras sociale* + *radians*, der sich ja auch schon darin dokumentiert, das *diadema* das ganze Jahr über zu finden ist, während *sociale* nach der Wucherung gänzlich verschwindet. Beide Arten haben sich eben an das Küstenleben in verschiedener Weise angepaßt, wobei die Frage noch interessant wäre, ob vielleicht *diadema* erst im Begriff steht, sich dem Küstenleben anzupassen, während bei *sociale* die Anpassung schon abgeschlossen ist. Ein am 28. Juni bei dem Feuerschiff Gabelsflach gewonnener Fang zeigt mit den zu dieser Zeit gefundenen 200 000 Zellen, wie günstig der Kieler Hafen dem Gedeihen der *Chaetoceras*-Arten ist, wie langsam die Wasserbewegungen in ihm stattfinden und wie unsicher die Schlüsse aus dem Verhalten des Planktons in der Förde auf das in der eigentlichen Beltsee sein müssen.

Am 12. Juli ist *Chaetoceras diadema* noch mit 254 300 Zellen vertreten, dann findet es sich erst im September wieder, um von nun an den ganzen Winter über in oft großer Menge vorzukommen. Daß diese Ketten aus den Ruhesporen entstanden sein sollten, erscheint recht unwahrscheinlich. Ich glaube vielmehr, daß die Sporen erst zu Beginn der neuen Wucherungsperiode, also im Anfang des nächsten Frühjahres auskeimen. Dafür spricht auch, daß um diese Zeit plötzlich in riesiger Zahl die Bevölkerungsdichte ansteigt. Der Anstieg am 4. Oktober (720 000 Zellen) und am 6. Dezember (1 990 000) ist wohl sicher auf stärkere Durchmischungen zurückzuführen. Auch am 13. Februar ist der Anstieg wohl dadurch bedingt. Genau lassen sich im Winter bei den völlig durchmischten Wasserschichten infolge der heftigen Winde



natürlich die Ursachen der Anstiege und Abfälle der Volksdichte einer Art nicht verfolgen. Immerhin scheint mir die für die niedrige Wassertemperatur hohe Zellenzahl in Zusammenhang mit der Anreicherung des Beltseewassers mit Nährstoffen zu stehen. Am 7. März tritt dann die Frühjahrswucherung wieder in ihre Rechte. Die hohe Zellenzahl (6 968 800 000) weist darauf hin, daß dieser Anstieg schon vor einiger Zeit eingesetzt haben muß. Da Windmischungen vorgekommen sind und der Hafen mit salzreichem Wasser angefüllt ist, scheint das Ansteigen leicht erklärlich. Aber auch hierbei zeigt es sich, daß die Temperatur, nur um knapp einen Grad vom 13. Februar verschieden, unmöglich den Anreiz zu der plötzlichen Vegetationsperiode abgegeben haben kann; es können auch hierbei, wie bei *sociale*, nur innere Momente, das heißt Vererbung, Gewöhnung usw., als Erklärung in Betracht kommen. Dauersporen erscheinen am



Figur 25.

#### Temporal-Variation bei *Chaetoceras diadema*.

- |                                               |                       |
|-----------------------------------------------|-----------------------|
| a Normale vegetative Kette zur Wucherungszeit | } eigene Beobachtung. |
| b und c „Winterformen“                        |                       |
| d Stellung der Borsten nach Meunier,          |                       |
| g „ „ „ der Winterform                        | } eigene Beobachtung. |
| f „ „ „ bei der normalen Kette                |                       |
| e Mittelborste der Winterform                 |                       |

27. März und 9. April. Am 27. III. 1913 entfallen 3,9 vegetative Zellen auf eine Spore, am 9. IV. 1767. Die obenstehenden Erörterungen über die Sporenbildung treffen für den 27. März zu. Später haben die starken Stauungen und Durchmischungen den *diadema*-Ketten, die noch nicht zur Sporenbildung geschritten sind, offenbar neue günstige Bedingungen für ihre Entwicklung geschaffen, und es läßt sich der Anstieg am 23. April wohl darauf zurückführen. Am 10. Mai ist die Volksmenge von *Chaetoceras diadema* bis auf 120 000 Individuen herabgesunken.

Es sollen hier noch einige Beobachtungen über die Morphologie von *Chaetoceras diadema* hinzugefügt werden. Während zur Zeit der höchsten Blüte dieser Diatomee die von Gran



und vielen anderen Forschern genau beschriebenen und gezeichneten langen Ketten mit den charakteristisch gekrümmten Borsten auftreten, zeigen die Ketten besonders im Winter, aber auch im Mai, zu einem großen Prozentsatz eigentümliche morphologische Veränderungen.

Die Ketten sind kurz, oft nur aus zwei Zellen bestehend, und entbehren meist typischer Endborsten. Dafür bilden sich in der Mitte der Ketten lange und dicke Borsten (vergl. Fig. 25), die ganz den Endborsten der Form während der Hauptwucherung gleichen. Diese Borsten sind länger und dicker als die übrigen und tragen zwei Reihen feiner Dörnchen. Auch darin gleichen sie den Endborsten der „normalen“ Ketten, die ich im Gegensatz zu anderen Beobachtern ebenfalls stets mit Dörnchen besetzt gefunden habe. Die Borsten entspringen wie die üblichen etwas innerhalb der Kante des Schalenbodens, und die Borste einer Zelle krümmt sich nach der eigenen Zelle zu hin. Auch darin zeigt sie keinen Unterschied von dem gewöhnlich anzutreffenden Verhalten der vegetativen Ketten. Meunier (16 Planche XXVI) zeichnet die Borsten von *Chaetoceras diadema* stets sich kreuzend. Ich habe niemals die Borsten dieser Diatomee in einer derartigen Anordnung gesehen, wie sie Meunier darstellt. Die Abbildung Grans im „Nordischen Plankton“ (8 S. 84) trifft viel mehr das Richtige und hat noch den Vorzug, klarer zu sein. Wenn Meunier deshalb (16 S. 248) Gran den Vorwurf macht, in der Wahl seiner Abbildungen nicht glücklich gewesen zu sein, so ist es recht ungewiß, ob die Figuren Meuniers für treffender und besser anzusehen sind.

Die Borsten sind so angeordnet, daß sie auf jeder Kettenhälfte zum Kettenende zu gebogen sind, wobei die distalen Borsten meist kürzer als die proximalen erscheinen. Sie kreuzen sich nicht, sondern legen sich nur aneinander, wobei sie ihre scharfen Konturen beibehalten. Über das Schicksal der Varietät von *diadema*, die ich hier nach ihrem vorwiegenden Vorkommen im Winter „Winterform“ nennen will, weiß ich nur so viel, daß sich die kurzen Ketten zur Zeit der Frühjahrswucherung durch Teilungen stark verlängern. Es treten ferner zu dieser Zeit Ketten auf, deren vorletzte Borstenpaare ganz den Charakter von Endborsten tragen. Aus der Literatur ist mir nur die Beobachtung Schüttts (27 S. 119) bekannt, daß zuweilen in der Mitte von *Chaetoceras*-Ketten Borsten auftreten, die die Form der Endborsten haben. Keime, wie Hensen (27 S. 118/19) sie beschreibt, ließen sich bei keiner *Chaetoceras*-Art beobachten. Was nun die Bedeutung der eigentümlichen „Winterform“ von *Chaetoceras diadema* angeht, so glaube ich, daß sie die im Winter vorherrschenden starken Konvektionsströmungen insofern ausgleichen wird, als die Stabilität der Lage der Ketten dadurch verbessert wird. Denn allein um das Sinken zu verhindern, kann diese Oberflächenvergrößerung nicht stattfinden, da gerade im Winter mit dem kalten und schweren Wasser die innere Reibung zunimmt. Es mag den Ketten nicht gleichgültig sein, auf welche Seite der Zellen das Licht fällt. Besonders im Winter dürfte es für die Algen große Bedeutung haben, daß die ganze Lichtmenge, die ja so wie so um diese Zeit recht gering ist, auch ausgenutzt wird. Ebenfalls spricht dafür die Anordnung der Chromatophoren, die, in jeder Zelle einer, der breiten Gürtelseite angelagert sind. Sehr unwahrscheinlich erscheint dagegen die Annahme Ostfelds (25 S. 64), die *Chaetoceras*-Ketten besäßen ihre langen Fortsätze deshalb, um mit mehr Wassermolekülen, also auch größerer Nahrungsmenge, zusammenzukommen. Dann wäre es unerfindlich, warum die



*Chaetoceras diadema*-Ketten gerade im Winter mit dem nährstoffreichen Wasser und den intensiven Durchmischungen ihre langen Fortsätze ausbildeten und die Zellenzahl der Kette verringerten.

*Chaetoceras decipiens* Cleve ist nach Gran (19 S. 42) eine rein ozeanische Form. Sie dominiert nach ihm nicht oft über andere Arten; nur an einer Stelle, nordöstlich von Shetland, hat er die Diatomee in großen Massen und zwar im Mai angetroffen. Nach Ostenfelds Zusammenstellung (60 S. 457 ff.) ist sie auch im Kattegat und der Beltsee heimisch. Sie stellt nach ihm (S. 459) eine eurytherme und euryhaline Form dar. Ihre Hauptblütezeit erreicht sie bei 35 bis 36 ‰ Salzgehalt und einer Temperatur von 13° bis 17°. Nach den Ostenfeldschen Angaben scheinen die Hauptwucherungsperioden im Mai bis Juni und im November zu liegen. Dementsprechend findet Kräfft diese Alge spärlich in der Beltsee Ende März und im Kattegat in großen Mengen im April. Die Darsser Schwelle bildet die Grenze nach der Ostsee hin. Im Jahre 1912 fand ich diese Art zuerst am 3. April. Von diesem Tage an war sie bis zum 20. Juli kontinuierlich vertreten. Der Anstieg am 24. April (1 480 000) zeigt die stärkere Einfuhr aus dem Kattegat an, die mit dem höheren Salzgehalt parallel geht. Zugleich ist eine stärkere Durchmischung festzustellen. Deutlich zeigt auch der 22. Mai den Einfluß der stattgehabten Stauung und Aufwühlung tieferer Schichten; das Wasser dieses Fangtages ist nur wenig von dem des 10. unterschieden, so daß der Anstieg der Bevölkerungszahl von *Chaetoceras decipiens* wohl recht sicher auf die Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen zurückgeführt werden kann, besonders da die Temperaturen kaum höher sind. Auch am 7. Juni ist das Wasser gestaut und durchmischt. Besonders auffallend erscheint das riesige Anwachsen der Zellenzahl am 22. Juni. Es fanden sich an diesem Tage 2 738 700 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche! Das Wasser der Förde ist vom 7. Juni an meist durch Gegenwind am Ausströmen gehemmt, etwas durchmischt und nicht erheblich von dem am 7. Juni verschieden. Man kann also annehmen, daß die bis zum 7. Juni nach erheblicher Stauung und Durchmischung die Förde anfüllenden Wassermassen der Tiefenschicht viel *decipiens*-Ketten mit hereingebracht haben, und daß bis zum 22. Juni diese Algen bei dem Nährstoffreichtum des Wassers, unterstützt noch von dem ruhigen und warmen Wasser, die denkbar günstigsten Bedingungen zur Entwicklung gefunden haben müssen. Einen anderen Weg, das Anwachsen der Volksstärke dieser Art zu erklären, sehe ich nicht. Da von Gran die Diatomee hauptsächlich im Mai angetroffen wurde, wäre es möglich, daß auch *Chaetoceras decipiens* im Mai und Juni seine Hochperiode hat und die beobachtete starke Wucherung nur eine gewaltige Verstärkung eines normalen Anstieges darstellt, während im normalen Verlauf eines Jahres durch die ungünstigen Lebensbedingungen eine lebhafte Vegetation unterbunden wird. Andererseits wäre es auch sehr wohl denkbar, daß darin eben ein Unterschied zwischen Hochsee- und Küstendiatomeen besteht, daß erstere keine festumgrenzte Periode haben, letztere dagegen eine oder mehrere Hauptvegetationszeiten aufweisen, die in die für das Gedeihen der betreffenden Spezies günstigsten Jahreszeiten fallen.

Eingeführt sind die Massen von *decipiens* bei den um diese Zeit wehenden recht schwachen Winden, die das Wasser auch öfters am Ausströmen hemmen, sicher nicht. Das zeigt auch der Fang am 26. Juni bei Gabelsflach-Feuerschiff; an diesem Tage, bis zu dem bei ganz schwachem



Winde sicher die hydrographischen Verhältnisse der Förde sich kaum geändert haben, wurden bei Gabelsflach 41 440 000 Zellen gezählt. Daraus geht aber auch hervor, daß die *decipiens*-Wucherung sich um diese Zeit in der ganzen engeren Beltsee abgespielt haben muß und daß wahrscheinlich dafür dieselben ursächlichen Momente in Frage kommen wie für die Kieler Förde. An der Temperatur des Wassers allein (zwischen  $12,2^{\circ}$  und  $13,7^{\circ}$ ) kann dieser Aufschwung nicht liegen, ebenso wenig an den Belichtungsverhältnissen, die doch von denen am 7. Juni nicht sehr verschieden gewesen sein werden, zumal es in dieser Zeit nach den Feuerschiffprotokollen viel geregnet hat, der Himmel also wohl meist bedeckt gewesen ist. Auch wäre es dann nicht zu verstehen, warum in anderen Jahren nicht dieselben Wucherungen eintreten. Andererseits scheint das Überflügeln aller anderen *Chaetoceras*-Arten darzutun, daß die *Chaetoceras decipiens*-Ketten im Wettbewerb um die Nährstoffe am meisten konkurrenzfähig sind; Gran hat dieselbe Beobachtung gemacht und findet auch, daß sich die Zellen dieser Art sehr rasch vermehren (19 S. 42/43). Während nach Ostenfeld das Maximum für *decipiens* von höherem Salzgehalt und wärmerem Wasser abhängig ist (60 S. 459) (35 bis 36 ‰ Salzgehalt und  $13,5^{\circ}$  bis  $16,6^{\circ}$  Temperatur), zeigen die hohen Zahlen am 22. Juni bei der Fangstelle Laboe, daß diese *Chaetoceras*-Art auch bei niedrigem Salzgehalt (an diesem Tage 16,5 ‰ in 15 m und 15,4 ‰ in 0 m) zu leben und zwar gut zu gedeihen vermag. Die sich zwischen den Grenzwerten  $12,2^{\circ}$  und  $13,7^{\circ}$  bewegende Temperatur beweist aber, daß eine hohe Temperatur für das Fortkommen der Diatomee weniger entbehrlich zu sein scheint. Nach dieser Zeit nimmt die Zahl der Zellen sehr schnell ab, um Ende Juli ganz zu verschwinden. Das Wasser des Hafens ändert sich bis Ende Juli sehr wenig, Stauungen und Durchmischungen kommen nicht vor, die Temperatur steigt, so daß an und für sich alle Bedingungen für ein Weitergedeihen der Art gegeben wären. Es ist deshalb wohl mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Erschöpfung der Pflanzennährstoffe des Wassers diesen Abfall bedingt hat. Das zeigt sich auch im Verhalten von *Chaetoceras sociale*, das gerade um diese Zeit mit der verfrühten Herbstperiode beginnt, aber während des Monats Juli keinen starken Volkszuwachs erfährt, um erst bei Eintritt besserer Wasserverhältnisse im August rasch anzusteigen. Erst am 11. September erscheint die Diatomee wieder im Hafen in geringer Anzahl, offenbar bei der fast absoluten Anfüllung der Förde mit schwerem Tiefenwasser aus dem Kattegat eingeschleppt. Sie hält sich bis zum 4. Oktober und verschwindet dann wieder. Bei Gabelsflach konnte ich sie am 11. September nicht finden. Am 30. Dezember ist *Chaetoceras decipiens* vorübergehend in wenig Exemplaren anzutreffen, bei dem herrschenden hohen Salzgehalt deutlich eingeschleppt. Am 9. April läßt es sich wieder finden, um nun trotz der intensiven Mischungen bis zum 10. Mai rasch abzunehmen. Es steht dies in einem auffälligen Gegensatz zu dem Verhalten während des Frühjahrs 1912. Ich glaube eine Erklärung darin zu sehen, daß im Frühjahr 1913 die überaus kräftige Entwicklung der anderen *Chaetoceras*-Arten die Nährstoffe zu einem großen Teil verbraucht hat. Ferner scheint ein Zusammenhang zwischen den Maxima von *Chaetoceras sociale* und den Minima von *decipiens* insofern zu bestehen, als diese beiden sich schnell vermehrenden Arten nicht gleichzeitig nebeneinander in ähnlicher Volksstärke zu existieren vermögen.



*Chaetoceras boreale* Bail. ist nach Gran (19 S. 177) eine ozeanische, im Norden häufig vorkommende Art. Sie wurde von Kräfft (34) und Driver (15) in der Beltsee in nicht geringen Mengen angetroffen; letzterer hält den Monat Mai für die Zeit der Hauptwucherung. Bei der Fangstelle bei Laboe in der Förde beobachtete ich diese Art mit Unterbrechungen während des ganzen Jahres. Sie erreichte ihre höchste Volksstärke am 23. August 1912 mit 20 160 000 Zellen. Ihr oft unterbrochenes Auftreten zeigt an, daß sie eingeschleppt sein muß; das geht auch aus den Salzgehaltszahlen und allgemeinen hydrographischen Verhältnissen der betreffenden Fangtage hervor. Am 22. Mai macht sie den allgemeinen Anstieg der Bevölkerungszahl aller *Chaetoceras*-Arten mit. Aber merkwürdigerweise beteiligt sie sich Ende Juni an der großen *Chaetoceras*-Wucherung nicht. Erst mit dem stärkeren Zuströmen schweren Tiefenwassers erscheint sie wieder. Es macht mir danach den Eindruck, als wenn dieser Art salzarmes Wasser nicht zusagte. Man kann sie darum auch nicht für in der Beltsee einheimisch ansehen, sondern die Diatomee scheint auf Zufuhr neuer Individuen aus dem Kattegat, wo sie nach Kräfft gut gedeiht, angewiesen zu sein. Bei Gabelsflach-Feuerschiff ist sie in nicht erheblich größerer Menge anzutreffen.

*Chaetoceras contortum* Schütt kommt nach Gran (19 S. 27) an den Küsten Norwegens in großer Zahl vor. Es hat nach diesem Forscher im Frühling und im Herbst sein Maximum. Kräfft (34) findet es im Frühjahr im Kattegat sehr zahlreich vertreten. Dies ist offenbar, da es nach Ostenfeld (60) im Kattegat einheimisch ist und in größeren Mengen sich vorfindet, der Ursprungsort für die in die Förde getriebenen Individuen. Die Diatomee hat (60 S. 465) bei etwa 35‰ Salzgehalt und einer Temperatur von 11,5° ihre günstigsten Lebensbedingungen. Daß sie aber auch bei bedeutend geringerem Salzgehalt zu wuchern vermag, zeigt der Fang am 22. Juni, wo 67 760 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche gezählt wurden bei einem Höchstsalzgehalt von 16,5‰ und einer Temperatur von 13,7°. Es scheint mir, als ertrügen die Ketten dieser Art ebenso wie die von *Chaetoceras decipiens* geringen Salzgehalt besser als niedrige Temperatur. Eine Hauptwuchszeit (neben der für den normalen Jahresverlauf nicht-typischen Junihochperiode) ist im Frühling und eine im Oktober zu erkennen. Gemäß dem schweren Wasser kommt sie im ganzen Winterhalbjahr vor, ohne große Zahlen zu geben. Dauersporen habe ich nur am 27. März 1913 und zwar ohne vegetative Zellen beobachtet, wobei auf eine Dauerspore 4,2 vegetative Zellen entfielen, wenn ich die Anzahl der am 7. März gefundenen Zellen zum Vergleich heranziehe. Daß diese Diatomee am besten im Hafen selbst gedeiht, zeigt auch der 22. und 28. Juni, an welchen Tagen bei Laboe 68 000 000 und bei Gabelsflach-Feuerschiff 200 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche gezählt wurden, obwohl das Wasser sicher kaum gewechselt hat. Auch am 11. September ist ein ähnlicher Unterschied zu konstatieren.

*Chaetoceras Weissflogi* Schütt, von Ostenfeld (60 S. 462) auch *Chaetoceras Lauder* Ralfs genannt, ist nach diesem Forscher in der Beltsee heimisch als eine eurytherme und euryhaline Form. Ihre Hauptvegetationsperiode liegt nach ihm im November und Oktober. Im Kieler Hafen fand ich sie in großen Mengen nur im Frühjahr; ihr Maximum lag 1913 am 27. März (20 000 000 Zellen). Auch damit folgt sie den meisten übrigen *Chaetoceras*-Arten, und zwar scheint auch hier die stärkere Anreicherung des Wassers mit



Nährstoffen die einzig mögliche Erklärung dieses übereinstimmenden Verhaltens zu sein. Auch am 22. Mai 1912 zeigt die Art einen Anstieg der Bevölkerungsdichte, der aus der stattgehabten Stauung und Durchmischung mit der darauf folgenden ruhigen Periode (die natürlich nur unterstützend wirkt, nicht aber als wahre Ursache angesehen werden kann) zwanglos erklärt wird. Im weiteren Verlauf des Jahres tritt sie nur am 12. Juli mit ganz wenigen Exemplaren hervor. Dauersporen habe ich nie beobachten können.

*Chaetoceras breve* Schütt ist nach Ostenfeld (60), Kräfft (34) und Driver (15) in der Beltsee heimisch. Nach Ostenfeld liegen seine beiden Maxima im Frühling und Herbst, während der Sommer arm an diesen Ketten ist. Ich fand seine Hauptwucherungsperioden ebenfalls im Frühling (Maximum 1912 30 Millionen, 1913 20 Millionen) und im Herbst (Oktober 11 626 600). Eigentümlich ist die stärkere Wucherung im Frühjahr 1912. Diese Eigentümlichkeit teilt sie sonst nur mit *Chaetoceras debile*. Worauf das abweichende Verhalten zurückzuführen ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Entsprechend dem Verhalten von *Chaetoceras diadema*, *decipiens* und *contortum* wächst die Volkszahl bis zum 22. Juni wieder bis auf eine halbe Million Zellen an. Auch hierfür müssen dieselben Ursachen, nämlich Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen durch Stauung, Mischung und Hinauftrieb des schweren Tiefenwassers, wohl auch unterstützt durch die nachfolgende stromstille Zeit, angenommen werden. Nach diesem kurzen Anschwellen verschwindet die Art wieder bis auf ein einmaliges Auftauchen am 12. Juli und beginnt erst am 11. September mit der Herbstwucherung. Die Herbst-Hochperiode der in Frage stehenden *Chaetoceras*-Arten hängt auffällig mit dem Eindringen stärker salzhaltigen Tiefenwassers in der Förde zusammen. Außerdem kommen noch besonders die um diese Zeit einsetzenden stärkeren Durchmischungen in Frage. Ich glaube demnach für die meisten *Chaetoceras*-Arten folgende Abhängigkeit von den hydrographischen Veränderungen als höchst wahrscheinlich hinstellen zu können:

Die intensiven und lange dauernden Durchmischungen der verschiedenen schweren Wasserschichten während des Winters bedingen eine Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen; wegen der geringen Lichtmenge und der niedrigen Temperatur können die Pflanzen diese günstigen Nahrungsverhältnisse im Winter nicht genügend ausnutzen; im Frühjahr erfolgt nach den Gesetzen der Vererbung ein plötzlicher Anstieg der Bevölkerungsdichte, dessen Höhe sich nach dem Gehalt des Wassers an Nährstoffen, aber nicht nachweisbar nach der Höhe der Temperatur und der Lichtmenge richtet. Das Abklingen der Wucherungsperiode ist teils durch die Ausnutzung der Nährstoffmenge, teils durch vererbte Gewohnheiten bedingt. Dies Sommerminimum hält trotz günstiger Temperatur und Lichtmenge wegen der gewöhnlich recht stromstillen und windlosen Zeit bis zum Spätsommer und Herbst an. Erst mit Eintritt stärkerer Luftströmungen und dem dadurch wahrscheinlich bedingten höheren Wassernährstoffgehalt erfolgt wieder eine kräftige Vegetationsperiode, deren Eintritt wiederum von der vererbten Gewohnheit, deren Umfang da-



gegen von der vorhandenen Nährstoffmenge abhängig ist. Dieser als normal anzusehende Verlauf wurde im Jahre 1912 dahin umgeändert, daß infolge geringer Durchmischungen während des Winters der Nährstoffreichtum des Wassers im Frühling und demzufolge die Höhe der *Chaetoceras*-Wucherung schwächer als gewöhnlich ausfiel; die dann nach den eigentlichen Frühjahrsmonaten März und April erfolgenden Windmischungen und Anfüllungen des Hafens mit schwerem Tiefenwasser treiben, unterstützt aber nicht bedingt durch günstige Temperatur, Lichtmenge und folgende stromstille Zeit, die Zellenzahl in die Höhe. Wohl nach Erschöpfung dieser Nährstoffmenge sinkt die Bevölkerungsdichte danach wieder. Das Beispiel der Bevölkerungsbewegung von *Chaetoceras sociale* zeigt außerdem noch, daß günstige Umweltsänderungen (eben die höhere Salzmenge) den normalen Eintritt der Vegetationsperiode zu beschleunigen vermögen.

Dauersporen habe ich von *Chaetoceras breve* nur am 9. April 1913 beobachten können. Es kamen an diesem Tage auf eine Dauerspore 20 vegetative Zellen. Die am 11. September beim Feuerschiff Gabelsflach unter 1 qm Oberfläche berechneten 64 000 Zellen zeigen gegenüber den bei Laboe gefundenen 382 000 an, um wieviel kleiner die Zellenzahl der Beltsee gegenüber der der Kieler Förde ist. Am 4. Oktober erreicht diese *Chaetoceras*-Art ihr Herbstmaximum mit über 11 Millionen Individuen. Am 6. Dezember verschwindet sie wieder, um nach kurzem spärlichen Auftreten am 30. XII. am 9. April mit der Frühjahrswucherung wieder zu beginnen.

*Chaetoceras lacinosum* Schütt kommt nach Gran (19 S. 178) im Norden besonders häufig im Mai vor. Ostenfeld (60 S. 474) findet es in der Beltsee im Mai und im Herbst vorherrschend, ein Minimum der Art im August. Kräfft (34) beobachtet die Diatomee in großen Mengen im Kattegat während des Frühjahrs 1906, Driver findet sie spärlich in der Beltsee in allen Beobachtungsmonaten. Lohmann hat sie nicht gesehen.

Im Jahre 1912 konnte ich sie zuerst am 22. Mai beobachten. Offenbar ist sie um diese Zeit aus dem Kattegat eingeführt worden. Am 22. Juni erreicht sie mit 960 000 Zellen ihr Maximum. Dann nimmt sie an Zahl wieder ab, um erst am 4. Oktober in geringer Menge aufzutreten. Auch an diesem Tage ist sie wohl als eingeschleppt aus dem Kattegat zu betrachten, und es scheint dieser Meeresabschnitt ihre wahre Heimat zu sein. 1913 konnte ich sie am 9. April und 10. Mai in geringer Volksstärke beobachten. Für beide Tage, besonders den 10. Mai, ist das Auftreten dieser Art mit der stärkeren Anfüllung des Hafenbeckens mit Tiefenwasser in Parallele zu setzen.

*Chaetoceras pseudocritum* wird von Gran (19 S. 81) als temperiert-atlantisch-neritische Art beschrieben. Es findet sich bei Laboe nur vom September bis zum November. Da um diese Zeit, wie es auch aus dem hohen Salzgehalt hervorgeht, eine Einfuhr von schwerem Kattegatwasser in die Kieler Förde stattgefunden haben muß, ist diese Spezies als eingedrungen anzusehen. Der große Anstieg aber am 4. Oktober mit über 23 Millionen Zellen unter 1 qm



Oberfläche scheint sicher in Zusammenhang mit den um diese Zeit eingetretenen recht starken Durchmischungen zu stehen. Das zeigt auch die Tatsache, daß nach dem lebhaften Einstürmen von Tiefenwasser bis Mitte September das Wasser der Förde gestaut wurde und also bis zum 4. Oktober sicher keine neue Zufuhr von *Chaetoceras pseudocrinium*-Zellen stattgehabt haben kann. Am 11. September fanden sich bei Feuerschiff Gabelsflach unter 1 qm Oberfläche 2 960 000 Zellen, während an demselben Tage bei Laboe nur 130 700 gezählt wurden. Kräfft (34) findet die Form im Kattegat im Frühjahr; auch nach den Granschen Befunden scheint ihr Vorkommen in dem Kattegat und nicht in der Ostsee sichergestellt. Am 11. September ist die Förde mit schwerem Tiefenwasser angefüllt; es müßten also eigentlich bei Laboe mehr Kattegatformen oder wenigstens in größerer Volksstärke vorhanden gewesen sein als bei dem Feuerschiff Gabelsflach. Das ist aber nicht der Fall. Dafür scheint die Erklärung am Platze zu sein, daß eben das an Individuen dieser Art reiche Kattegatwasser noch nicht bis in die Förde vorgedrungen ist, da ja die Strömungen der Förde stets oder meistens viel geringer als die in der Beltsee überhaupt sind. Dies Beispiel zeigt aber auch wieder, wie vorsichtig man mit Schlüssen auf das allgemeine Verhalten eines Meeresabschnittes sein muß, wenn man in einem daran angrenzenden kleinen Gebiete seine Untersuchungen ausführt.

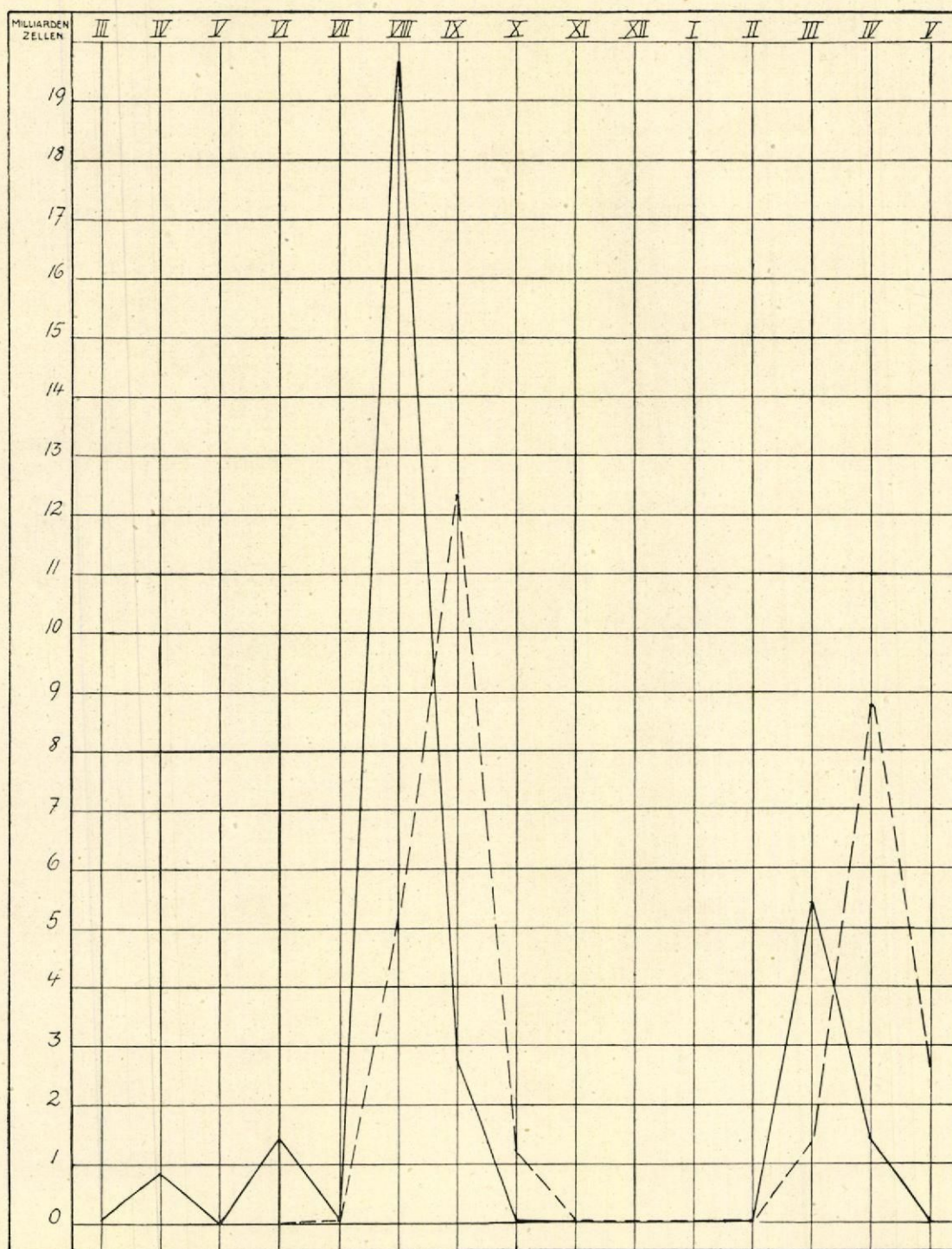
Daß im Hafen selbst die Lebensbedingungen gerade für diese Art nicht zu ungünstig gewesen sein können, zeigt am besten die hohe am 4. Oktober gefundene Zellenzahl. Am 11. September finden sich auch bei Gabelsflach *Chaetoceras boreale* und *curvisetum* in höherer Anzahl als bei Laboe, also Formen, die nur aus dem Kattegat eingeschleppt werden. Zugleich zeigt es sich aus dem am selben Tag bei Laboe gefundenen höheren Prozentsatz Sporen bildender *Chaetoceras*-Arten, daß diese Spezies wohl als für den Kieler Hafen endemisch betrachtet werden können. Dieselbe Erscheinung, daß an Stellen außerhalb der Förde reichlicher Diatomeenwuchs angetroffen werden kann, findet sich auch zu anderen Zeiten ab und zu. Welche Erklärungen dafür dann zutreffend sind, möchte ich hier nicht weiter erörtern.

Über *Chaetoceras curvisetum* Cleve und *Chaetoceras debile* Cleve, die wegen der anfangs unsicheren Unterscheidung als „*curviseta*“ zusammengezählt sind, möchte ich nur soviel aussagen, daß ich ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum sicher erkannt habe, wozu noch eine Hochperiode Ende Juni 1912 kam. Ostenfeld (60 S. 488 und 484) führt aus, daß die Hauptblütezeit von *Chaetoceras debile* in den Frühling, die von *curvisetum*, das er auch *Chaetoceras secundum* Cleve nennt, in den Herbst fällt. Dauersporen von *debile* habe ich nur im Frühjahr beobachten können, und zwar kamen 1912 am 3. April auf eine Dauerspore 633 vegetative Zellen, 1913 am 27. März 19, am 9. April 15 und am 23. April 23 Zellen. Auch dies Verhalten spricht dafür, daß erst immer eine größere Zahl von Zellteilungen vorausgegangen sein muß, ehe die Zellen zur Ruhesporenbildung schreiten, und daß die Sporenbildung in Zeiten des Nährstoffreichtums kräftiger als in Zeiten des Mangels erfolgt.

*Chaetoceras holsaticum* Schütt kam mit Sicherheit hauptsächlich im Frühjahr und Ende Juni vor. Auch Ostenfeld (60 S. 480) findet seine Hauptblütezeit im Frühling, während es nach ihm im Sommer und Herbst nur spärlich anzutreffen war. Nach diesem Forscher ist es eine Brackwasserform, an den ausgehenden baltischen Strom gebunden und nur dort vorkommend, wo



dieser Strom am kräftigsten in die Erscheinung tritt. In der Förde ist es nur im Beginn des Frühlings anzutreffen und bildet dann rasch Dauersporen. Schon diese überaus kurze und



Figur 26.

**Chaetocerasgesamtzellenzahl (Monatsmittel) bei Laboe unter 1 qm Oberfläche.**

--- Lohmann 1905/06

— Busch 1912/13

14\*



wenig kräftige Vegetationsperiode spricht dafür, daß diese Diatomee im Hafen nicht recht heimisch ist und den dort meist vorhandenen relativ hohen Salzgehalt nicht verträgt. Die hydrographischen Beobachtungen zeigen an den Fangtagen außerdem, daß mehr oder weniger Ostseewasser in die Förde gelangt ist. Es wird deshalb wohl ein großer Teil dieser *Chaetoceras*-Ketten aus der Ostsee eingeschleppt worden sein und zusammen mit den auskeimenden Ruhesporen des vergangenen Jahres eine kurze Wucherungsperiode bei dem durch Mischungen relativ gering gewordenen Salzgehalt (etwa 14 ‰ bis 16 ‰) bilden. Sehr niedrig ist auch die auf eine Dauerspore entfallende Zahl der vegetativen Zellen, nämlich 6 am 3. April 1912, während am 27. März ein Überschuß an Dauersporen gegenüber den vegetativen Zellen zu konstatieren war. Danach wären die oben stehenden Ausführungen über die Dauersporenbildung dahin zu ergänzen, daß bei sehr ungünstigen Lebensumständen, die den Fortbestand der Art in Frage stellen, die Dauersporenbildung beschleunigt wird, während nur bei Nahrungsmangel und wohl auch anderen stärkere Entwicklung hemmenden Faktoren ein erheblicher Prozentsatz weiter sein Dasein fristet, um erst bei Eintritt günstiger Bedingungen zu der scheinbar für manche Arten notwendigen Art der Fortpflanzung durch Sporen zu schreiten.

*Chaetoceras Schütti* Cleve habe ich nicht mit Sicherheit finden können. *Chaetoceras simile* Cleve wurde unter „species“ gezählt; es scheint aber, wie auch Ostenfeld (60 S. 481) angibt, nur im Frühjahr seine Hauptperiode und Sporenbildung zu haben. *Chaetoceras gracile* wurde auch nur während des Frühjahres in wenig Exemplaren gesehen, es aber unter „species“ mitgezählt.

Zusammenfassend möchte ich das Vorkommen der *Chaetoceras*-Arten in der Kieler Förde dahin präzisieren, daß als einheimische Arten gelten müssen:

*Chaetoceras sociale* + *radians*, *diadema*, *debile* + *curvisetum*, *contortum*, *Weissflogi*, *breve* und *simile*. Diese Arten entwickeln sich aus den am Boden der Förde und der Beltsee abgelagerten Ruhesporen und scheinen keiner Zufuhr aus dem Kattegat zu bedürfen, obwohl eine solche trotzdem in großem Maße stattfindet. Sie scheinen auch Salzgehalts- und Temperaturschwankungen in weiten Grenzen zu ertragen. Ihre Hauptwucherungszeit haben von diesen *diadema*, *debile*, *Weissflogi* und *simile* im Frühjahr, *sociale*, *curvisetum*, *contortum* und *breve* im Frühjahr und Herbst.

Als eingeschleppt sind zu betrachten, und zwar aus dem Kattegat: *decipiens*, *boreale*, *laciniosum*, *pseudocrinitum*, aus der Ostsee *holsaticum*. Diese letzterwähnte Form bildet zwar auch in der Beltsee Sporen, scheint aber den verhältnismäßig hohen Salzgehalt dieses Meeresabschnittes nicht recht ertragen zu können. Unter den eingeschleppten Arten ist *decipiens* und *pseudocrinitum* das Wasser der Beltsee und speziell der Förde genehm, während *boreale* und *laciniosum* nicht gut zu gedeihen scheinen. Über *gracile* und *Schütti* vermag ich nichts Genaues in dem Sinne auszusagen.

*Melosira*. In der Kieler Förde kamen, wie auch Lohmann für das Jahr 1905/06 gefunden hat (46 S. 242), *Melosira Borreri* Grev. und *Juergensi* Ag. vor. *Melosira Borreri* ist eine eurytherme und euryhaline Form (60 S. 416), die auch in der Ostsee angetroffen ist. Sie



wurde 1912/13 nie in erheblichen Mengen gefunden; hauptsächlich konnte ich sie im Herbst beobachten. Das entspräche der von Ostensfeld (60 S. 416) für den Finnischen Meerbusen angegebenen Augustwucherung. Ihr spärliches Vorkommen scheint anzuzeigen, daß die Alge eingeschleppt ist und zwar aus der Ostsee. Es haben vor den Fangtagen, an denen sie angetroffen wurde, Mischungen mit baltischem Wasser stattgefunden. Lohmann (46 S. 243) findet die Diatomee im Winter am häufigsten, was sich einigermaßen mit meinen Befunden deckt. Kräfft (34) hat *Melosira* nur spärlich im Kattegat, der Belt- und Ostsee, Driver (15) *Melosira Borreri* hauptsächlich in der Beltsee angetroffen. Ebenso findet er *Juergensi* recht spärlich; das habe ich ebenfalls bestätigen können. Vom Netz wird die Alge wohl wegen ihrer Größe vollständig gefangen.

*Paralia sulcata* (Ehrbg.) Cleve ist nach Ostensfeld (60 S. 418) eine eurytherme und euryhaline litorale Form, die im Kattegat und der Beltsee das ganze Jahr über ohne rechte Blütezeit vorkommt. In der eigentlichen Ostsee ist sie nicht heimisch. Lohmann hat sie das ganze Jahr über, hauptsächlich in der Tiefe, beobachten können (46 S. 242). Im Jahre 1912 fand ich die Diatomee in fast allen Fängen, am zahlreichsten im Winter, wie auch Ostensfeld hervorhebt. Sie machte die *Chaetoceras*-Anstiege und -Abfälle mit und trat meistens dann in größerer Zahl auf, wenn das Hafenbecken mit schwerem Tiefenwasser angefüllt war. Dies und die Beobachtung Lohmanns, daß sie sich bei Laboe hauptsächlich in der Tiefe vorfindet, scheint dafür zu sprechen, daß sie größtenteils aus dem Kattegat eingeführt wird, aber in der Förde einigermaßen günstige Lebensbedingungen antrifft. Auch diese Diatomee war am 11. September bei Gabelsflach häufiger als bei Laboe. Vom Netz werden die langen Ketten sicher vollständig gefangen.

*Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve ist nach Ostensfeld eine hauptsächlich im Frühjahr wuchernde eurytherme und euryhaline nördliche Küstenform (60 S. 421). Lohmann (46 S. 241) findet die Diatomee im Kieler Hafen in großen Mengen mit einem erheblichen Maximum im Frühjahr, einem kleinen im Herbst und dem Minimum im Winter. Nach seinen Ausführungen über den Netzfangverlust geht eine recht große Zahl der *Skeletonema*-Ketten durch die Maschen der Müllergaze, besonders bei kleinen Fängen. Ich habe in der folgenden Tabelle die von mir gezählten *Skeletonema*-Zellen mit den von Lohmann angegebenen Werten, die ich auf 1 qm Oberfläche umrechnete, zusammengestellt.

| 1912       |           |        |         |        |         |                |             |         |           |             |
|------------|-----------|--------|---------|--------|---------|----------------|-------------|---------|-----------|-------------|
| 1. III     | 3. IV     | 24. IV | 10. V   | 22. V  | 7. VI   | 22. VI         | 12. VII     | 20. VII | 26. VII   | 23. VIII    |
| 22 600 000 | 4 880 000 | —      | 800 000 | 81 600 | 800 000 | 17 078 000 000 | 117 720 000 | !       | 6 534 800 | 149 280 000 |

| 1913        |             |        |        |         |       |        |               |             |            |               |               |
|-------------|-------------|--------|--------|---------|-------|--------|---------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| 11. IX      | 4. X        | 4. XI  | 6. XII | 30. XII | 24. I | 13. II | 7. III        | 27. III     | 9. IV      | 23. IV        | 10. V         |
| 440 480 000 | 973 200 000 | 64 000 | —      | —       | —     | —      | 2 511 600 000 | 277 200 000 | 33 240 000 | 4 424 000 000 | 1 314 800 000 |

***Skeletonema costatum*, Laboe 1912/13** (unter 1 qm Oberfläche, ! = nicht mitgezählt).



| 1905<br>VIII | IX            | X              | XI             | XII         | 1906<br>I     | II        |
|--------------|---------------|----------------|----------------|-------------|---------------|-----------|
| 7 650 000    | 8 250 000 000 | 5 250 000 000  | 30 000 000     | 4 800 000   | 5 550 000     | 3 450 000 |
| III          | IV            | V              | VI             | VII         | VIII          |           |
| 85 500 000   | 2 400 000 000 | 28 500 000 000 | 36 900 000 000 | 465 000 000 | 1 650 000 000 |           |

***Skeletonema costatum*, Laboe 1905/06 (Lohmann)**  
(unetr 1 qm Oberfläche, Monatsmittel).

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß *Skeletonema costatum* mit dem „mittleren Apsteinnetz“ noch recht gut gefangen wird; mindestens scheint die Alge proportional gefangen zu werden. Genauer über den Fangverlust kann erst später, wenn die durch Herrn Dr. Wulff gleichzeitig gezählten, mittels Zentrifuge gewonnenen Proben vorliegen, ausgesagt und die Angaben Lohmanns damit verglichen werden. Durch meine Zählungen kann ich für das Jahr 1912/13 bestätigen, daß diese Form zwei Hauptwucherungsperioden besitzt, eine stärkere im Frühling und eine schwächere im Herbst; dazu kam 1912 noch ein recht hoher Anstieg der Zellenzahl am 22. Juni entsprechend dem Verhalten der *Chaetoceras*-Arten. Eine sichere Abhängigkeit von der stärkeren oder schwächeren Anfüllung des Hafens mit Wasser bestimmter Herkunft liegt nicht vor. Aber es ist auffällig, daß die höchsten Anstiege mit einer mehr oder weniger intensiven Stauung oder einer durch geringe Wasserbewegungen ausgezeichneten Ruheperiode zusammenfallen. Karsten (29 S. 12) hat nachgewiesen, daß diese Art in ruhigem Wasser am besten gedeiht; das wird durch meine Beobachtungen bestätigt. Zugleich kann man wohl auch hinzufügen, daß *Skeletonema* am besten fortkommt, wenn nach heftigen Durchmischungen der einzelnen Wasserschichten eine Zeit geringer Wasserbewegung zugleich mit hoher Temperatur eintritt. Ich habe zwei Fänge, die in der Nähe des Feuerschiffes Gabelsflach gemacht wurden, gezählt und fand dort am 28. Juni 1912 400 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche, am 11. September keine zählbaren Mengen. Dagegen ließen sich bei Laboe am 22. Juni über 17 Milliarden und am 11. September über 400 Millionen Zellen finden. Daraus ergibt sich, daß der Kieler Hafen mit seinem recht ruhigen Wasser viel bessere Lebensbedingungen für die Diatomee darbietet als die unruhige Beltsee. Aber das Beispiel zeigt wieder, wie vorsichtig man mit Schlüssen aus der Kieler Förde auf die eigentliche Beltsee sein muß. Hensen (27 S. 79) hat dieselbe Beobachtung gemacht und gibt sie mit als Grund dafür an, daß er das Hafenwasser für quantitative Beobachtungen vermieden hat.

*Coscinodiscus Grani* Gough, eine mit *concinus* nahe verwandte Diatomee, wurde von Lohmann (46 S. 247) hauptsächlich im Sommer gefunden. Da es schwer ist, die Alge beim Zählen von *concinus* zu trennen, habe ich bei nur einigen wenigen Zählungen mir die Mühe gemacht, jede Zelle mit der Nadel umzudrehen, um die Form der Gürtelbänder zu erkennen. Ich habe, wie Lohmann, gefunden, daß *Coscinodiscus Grani* im Sommer, aber auch, wenn immerhin spärlicher, im Frühling vorkommt.



*Coscinodiscus concinnus* W. Sm. trat fast das ganze Jahr über auf. Gran (19 S. 34) hält die Diatomee für eine Küstenform. Sie hat ihre wahre Heimat wohl im Kattegat und der Nordsee, soweit man dies aus den Befunden Kräftts (34) schließen kann. Auch nach den hydrographischen Verhältnissen der einzelnen Fangtage scheint sie aus dem Kattegat eingeschleppt zu werden und sich nur wenig kräftig in der Förde zu entwickeln. Dafür spricht auch der Befund am 11. September, an welchem Tage bei dem Feuerschiff Gabelsflach 16 000 *Coscinodiscus Grani* gezählt wurden gegenüber 1760 *concinnus* + *Grani* bei Laboe.

*Coscinodiscus subbulliens* ist nach Gran (19 S. 35) eine nordatlantisch-boreale Form. Wenn sie in großen Mengen im Mai bis August auftritt, soll dies nach Gran ein deutliches Zeichen für arktisches Wasser sein. Im Jahre 1912 wie 1913 erschien die Diatomee in größerer Zahl (Maximum 27. März 1913 fast zwei Millionen) hauptsächlich im Frühjahr. Auch den ganzen Winter über war sie anzutreffen, dagegen während der Monate Juni und August fast gar nicht im Plankton vorhanden. Sie macht die *Chaetoceras*-Wucherung Ende Juni nicht mit, ist aber im Frühjahr 1913 ebenfalls zahlreicher als 1912 vertreten. Es macht den Eindruck, als wäre die Diatomee stenotherm und ertrüge hohe Temperaturen schlecht. Das stimmt sehr gut mit der Granschen Auffassung, daß sie eine mehr arktische Alge darstellt. In der Förde kommt sie hauptsächlich zugleich mit dem schweren Tiefenwasser, also eingeschleppt, vor, und es scheint ferner, als wären ihr starke Wasserbewegungen sehr zuträglich. Lohmann hat die Form nicht getrennt gezählt. Jedoch läßt die Alge sich genügend leicht beim Zählen bestimmen.

*Coscinodiscus radiatus* Ehrbg. wird als temperiert-atlantische Form von Gran (19 S. 166) aufgefaßt, die hauptsächlich Ende des Winterquartals vorkommt. Im Jahre 1912 wurde sie an der Fangstelle bei Laboe sehr unregelmäßig angetroffen. Immerhin kommt sie in größter Zahl im Herbst und Winter vor, während sie die Frühjahrswucherung nicht mitmacht. Außerdem stieg ihre Zahl Ende Juni an. Sie zeigt sich zwar von stärkerem Zustrom von Kattegatwasser abhängig, vegetiert aber ebenso gern in schwächer salzigem, bewegtem, ruhigem, kaltem und warmem Wasser. Daß die Diatomee in großer Zahl aus dem Kattegat eingeführt wird, zeigen auch die am 11. September bei O I gefundenen 3 Millionen Zellen gegenüber den bei Laboe unter 1 qm Oberfläche vorhandenen 173 000. Aus den angeführten Gründen ist die Alge als in der Beltsee einheimisch zu betrachten, ist aber wohl auch auf Zufuhr aus dem Kattegat angewiesen. Auf stärkere Durchmischungen reagiert sie nicht sonderlich stark, aber doch im Sommer 1912 nachweisbar.

*Coscinodiscus excentricus* Ehrbg. und *lineatus* Ehrbg. Diese beiden verwandten Formen sind nur bei stärkerer Vergrößerung, die aber nicht immer angewendet werden kann, genügend sicher unterscheidbar. Deshalb wurde es meist notwendig, sie zusammen zu zählen. Lohmann hat sie nicht unterschieden. Nach Gran (19 S. 169) sind sie beide wohl als ozeanische Formen zu betrachten. Er hat sie nur spärlich gefunden. Im übrigen sind sie selten unterschieden worden. Es machte mir den Eindruck, als ob *excentricus* ein Maximum im Herbst, *lineatus* im Frühjahr hätte. Doch sind die für *lineatus* gefundenen Zahlen zu klein, um darauf sichere Behauptungen aufzubauen. *C. excentricus* hatte sicher seine Höchstwucherung im Herbst.



Außerdem zeigten sich beide Algen völlig abhängig von der Stärke des Tiefenstromes. Es ist also mit Sicherheit anzunehmen daß diese Diatomeen aus dem Kattegat eingeschleppt werden und in der Förde wie wohl ebenfalls der Beltsee wenig lebensfähig sind. Auch für *C. excentricus* zeigt der Fang am 11. IX. bei O I höhere Werte als bei Laboe. Die übrigen *Coscinodiscus*-Arten, meist kleine vom Netz nicht gut fangbare Algen, habe ich mit den ebenfalls nicht bestimmbar *Thalassiosira*-Arten zusammen als „species“ gezählt. Die kleinsten Formen werden eben am besten mit Schöpfflasche und Schlauch und nachfolgendem Zentrifugieren gewonnen. Für die größeren *Coscinodiscen* scheint jedoch das Netz genügend sichere Werte zu geben.

*Thalassiosira baltica* (Grun.) Ostf. ist nach Ostenfeld eine baltische Form und zeigt überall, wo sie vorkommt, baltische Strömungen an (60 S. 422). Sie hat in der Ostsee ein Maximum im Frühling und eins im Herbst. Ich habe diese Alge, da die Ketten durch das Schütteln meist zerfallen, nur schwer von *gravid*a unterscheiden können und daher beide Arten gemeinsam aufgeführt. *Thalassiosira gravid*a ist nach Ostenfeld (60 S. 426) eine nördliche und arktische neritische Planktondiatomee, die ihr Maximum im Februar bis Mai hat. Auch Lohmann (46) hat diese beiden Arten nicht beim Zählen auseinanderhalten können. So viel glaube ich jedoch immerhin festgestellt zu haben, daß für *Thalassiosira baltica* nur eine Wucherungsperiode für den Kieler Hafen in Frage kommt und zwar im Frühling. Dasselbe geht auch aus den von Lohmann veröffentlichten Zahlen hervor. Vergleichen lassen sich aber seine Werte mit meinen kaum, da ich manche gänzlich unbestimmbare *Thalassiosira*-Zellen unter „species“ zählen mußte. Aber das Vorkommen in Zeiten lebhafter Mischungen der einzelnen Wasserschichten läßt erkennen, daß *Th. baltica* stets nur eingeschleppt wird und sich in der Förde nicht sehr gut zu halten vermag. In der eigentlichen Beltsee, wohin durch den baltischen Strom ja bedeutende Mengen eingeführt werden müssen, mögen die Zellen bessere Lebensbedingungen finden, wenn es auch unwahrscheinlich ist. Kräfft (34) fand die Diatomee auch im Kattegat, aber in geringer Menge; offenbar ist sie dorthin durch den baltischen Strom getrieben worden. *Thalassiosira gravid*a kam im Frühling in größerer Zahl vor, später habe ich sie nicht mit Sicherheit finden können.

*Thalassiosira Nordenskiöldi* Cleve ist nach Ostenfeld (60 S. 424) eine arktische und nördliche Küstenform, die überall, wo sie erscheint, eine Kaltwasserströmung anzeigt. Sie hat ihre Hauptblütezeit im Frühling. Lohmann hat sie im Jahre 1905/06 nicht gefunden. Kräfft beobachtete sie 1906 in großen Mengen nur im Kattegat und der Nordsee, und es macht danach den Eindruck, als wenn in der Tat die Diatomee in die Beltsee nicht recht eindringe. Sowohl 1912 wie 1913 konnte ich im Frühjahr die wohl ausgebildeten langen und lebenden Ketten antreffen. Oft waren Ketten von über 30 Zellen zu sehen. Da die Ketten das Schütteln ohne zu zerreißen recht gut vertragen, glaube ich, daß die Alge vom Netz trotz der Kleinheit der Einzelzellen quantitativ gefangen wird. Die höchste gezählte Menge wurde am 1. März 1912 mit über 35 Millionen unter 1 qm Oberfläche gefunden. An diesem Tage stammt das Wasser der Förde zum größten Teil aus der Gegend des großen Beltes und hat längere Zeit kaum gewechselt, so daß für ein Gedeihen der Pflanze günstige Bedingungen vorhanden gewesen



sein mögen. Im Frühjahr 1913 kommt die Diatomee viel gleichmäßiger vor und scheint den allgemeinen Anstieg der Bevölkerungszahl der *Chaetoceras*-Zellen mitzumachen. Sie scheint ferner an Wasser von relativ hohem Salzgehalt (17–20 ‰) gebunden zu sein. Zugleich zeigt die Alge, in wie hohem Grade das Wasser der Förde im Jahrgang 1912/13 Kattegatwasser gewesen ist.

*Thalassiosira decipiens* (Grun.) Jörg. ist nach Ostenfelds Angaben eine weit verbreitete temperiert-neritische Art. Sie ist im allgemeinen schwer von *Coscinodiscus excentricus* zu trennen. Im Jahre 1912/13 kam sie nur spärlich vor und zeigte keine recht nachweisbare Abhängigkeit von den hydrographischen Veränderungen.

*Lauderia borealis* Gran habe ich mit Sicherheit nicht finden können. Auch Lohmann hat sie nicht beobachtet. Kräftig hat im Kattegat größere Mengen dieser Diatomee angetroffen.

*Leptocylindrus danicus* Cleve ist nach Ostenfeld (60 S. 429) eine weit verbreitete euryhaline und eurytherme neritische Nordform, die nur in der Ostsee nicht angetroffen wird. Nach dem eben genannten Forscher fällt ihre Hauptvegetationsperiode in den Mai eventuell eine zweite in den Herbst. Auch Lohmann (46 S. 247) hat die Diatomee im April in großer Menge, sonst nur spärlich gefunden. Auch im Jahre 1912/13 fiel ihre Blütezeit in das Frühjahr. Außerdem machte sie das fast allgemeine Diatomeenanwachsen Ende Juni 1912 mit. Offenbar scheint die Alge aus dem Kattegat eingeführt zu werden.

*Guinardia flaccida* (Castr.) H. Perag. Nach Ostenfeld (60 S. 431) ist diese Diatomee eine temperiert subtropische Form, die das ganze Jahr über in der Beltsee und dem Kattegat vorkommt. Sie weist ein Sommermaximum und Winterminimum auf. Lohmann (46 S. 247) findet sie am häufigsten im Oktober, am wenigsten im Winter. Die von ihm beobachtete Höchstzahl (13 500 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche) ist sehr hoch. Ich habe nur ein Maximum von 451 000 Zellen finden können. Da die große Form sicher gut vom Netz gefangen wird, mag der Unterschied der beiden Jahrgänge durch hydrographische Besonderheiten verursacht sein. Aus der Beobachtung, daß *Guinardia flaccida* nur an solchen Fangtagen erschien, an denen das Hafenbecken hauptsächlich mit Kattegatwasser angefüllt war, scheint es sich mir mit Sicherheit zu ergeben, daß die Alge der Hauptsache nach eingeschleppt wird, ohne im Kieler Hafen sehr günstige Lebensbedingungen zu finden. Natürlich ist die Einfuhr während der Hochperiode der Art im Kattegat, die mit intensiverem Einströmen schweren Wassers dieses Meeresgebietes in die Förde zeitlich einigermaßen zusammenfällt, bedeutend kräftiger als sonst. Aber das rasche und plötzliche Abfallen nach diesen Anstiegen scheint mir doch sehr dafür zu sprechen, daß die Art nicht recht im Hafen gedeiht. Nach Ostenfeld (60 S. 430) ist auch Salzgehalt über 30 ‰ für das gute Fortkommen der Art scheinbar erforderlich.

*Actinopterychus undulatus* (Bail.) Ralfs kommt im Kattegat und der Beltsee mit Ausnahme der eigentlichen Ostsee als eine hohen Salzgehalt bevorzugende, im Winter am besten, im August am wenigsten gedeihende Form vor (60 S. 433). Ich habe sie nur spärlich im Oktober–November und im März angetroffen. Es ist bei der Kleinheit der Alge wahrscheinlich, daß ein großer Teil davon nicht vom Netz gefangen wird. Jedoch hat Lohmann nicht bedeutend größere Mengen angetroffen. Auch er findet die Pflanze im Herbst häufiger vertreten. Es



| Datum                                                        | 1912<br>1. III | 3. IV                            | 24. IV     | 10. V  | 22. V       | 7. VI       | 22. VI      | 12. VII   | 20. VII | 26. VII   | 23. VIII                 |
|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|------------|--------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------|-----------|--------------------------|
| <i>Coscinodiscus</i><br><i>concinus</i>                      | 2 700          | 3 000                            | 18 000     | —      | 1 800<br>v. | 2 800<br>v. | —           | 5 400     | 4 100   | 119 200   | 88 000<br>v.             |
| " <i>Grani</i>                                               | 200            | —                                | —          | —      | —           | —           | —           | —         | 6 400   | —         | —                        |
| " <i>oculus iridis</i><br><i>s. subbulliens</i>              | —              | 2 600                            | 8 400      | v.     | 1 800       | 1 800       | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>radiatus</i>                                            | 2 000          | 25 800                           | 22 000     | 6 400  | 27 200      | 57 200      | 210 200     | 92 000    | 37 200  | 124 000   | 1 136 600<br>v.          |
| " <i>lineatus</i>                                            | 3 200          | —                                | —          | —      | 800         | 6 400       | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>excentricus</i>                                         | —              | —                                | —          | —      | 10 800      | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| <i>Thalassiosira</i><br>+ <i>Coscinodiscus</i> species       | —              | 24 000                           | 6 400      | —      | 2 400       | —           | 20 400      | —         | —       | —         | 320 000                  |
| <i>Thalassiosira</i><br>" <i>Nordenskiöldi</i>               | 35 680 000     | —                                | 24 400     | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>decipiens</i>                                           | 40 000         | —                                | —          | —      | —           | —           | 26 000      | 2 800     | —       | —         | —                        |
| " <i>baltica</i>                                             | —              | —                                | —          | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>gravida</i>                                             | 506 400        | 373 400                          | 92 000     | —      | —           | —           | 34 600      | —         | —       | —         | —                        |
| <i>Rhizosolenia</i><br>" <i>hebetata</i> f. <i>semispina</i> | 2 400          | 720 100                          | 144 000    | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | + setigera<br>12 480 000 |
| " " f. <i>hiemalis</i>                                       | —              | —                                | —          | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>setigera</i>                                            | 6 400          | 266 600<br>Dauersporen<br>26 600 | 2 800      | —      | —           | 800         | —           | —         | —       | —         | siehe<br>semispina       |
| " <i>alata</i> f. <i>genuina</i>                             | —              | —                                | —          | —      | —           | 5 000       | 44 600      | 80 000    | 42 000  | 160 000   | (—)                      |
| " <i>fragillima</i>                                          | —              | —                                | —          | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| <i>Distephanus speculum</i>                                  | —              | 26 600                           | —          | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| <i>Thalassiothrix</i><br><i>longissima</i>                   | —              | —                                | 12 800     | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |
| " <i>nitzschoides</i>                                        | 3 960 000      | 77 120 000                       | 76 920 000 | 42 600 | 159 200     | 40 000      | 384 640 000 | 7 868 000 | 291 000 | 1 620 800 | 10 915 500               |
| <i>Actinopterychus</i><br><i>undulatus</i>                   | —              | —                                | —          | —      | —           | —           | —           | —         | —       | —         | —                        |

Tabelle IV. Diatomeen bei Laboe 1912/13. Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche.

(—) = un sicher bestimmt.



| Datum                                                     | 1912<br>11. IX | 4. X      | 4. XI  | 6. XII  | 30. XII | 1913<br>24. I | 13. II  | 7. III      | 27. III       | 9. IV       | 23. IV                         | 10. V     |
|-----------------------------------------------------------|----------------|-----------|--------|---------|---------|---------------|---------|-------------|---------------|-------------|--------------------------------|-----------|
| <i>Coscinodiscus</i><br><i>concinus</i>                   | 1 800          | 1 500     | —      | 800     | —       | —             | 1 600   | 16 000      | 45 400        | 6 400       | —                              | —         |
| „ <i>Grani</i>                                            | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | —           | —             | —           | —                              | —         |
| „ <i>oculus iridis</i>                                    | 1 800          | 133 400   | 800    | 1 600   | 3 600   | 6 400         | 42 800  | 602 000     | 1 810 500     | 97 200      | 28 000                         | 2 800     |
| „ <i>s. subbulliens</i>                                   | 172 700        | —         | 28 000 | 78 000  | 41 600  | 9 200         | 10 800  | 7 200       | 3 200         | 8 800       | 6 400                          | 3 600     |
| „ <i>radiatus</i>                                         | —              | —         | 2 800  | —       | —       | —             | —       | —           | —             | —           | 13 200                         | —         |
| „ <i>lineatus</i>                                         | 42 100         | 3 000     | 34 400 | 17 200  | 6 000   | —             | —       | 800         | —             | —           | 4 400                          | —         |
| „ <i>excentricus</i>                                      | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | —           | —             | —           | —                              | —         |
| <i>Thalassiosira</i><br>+ <i>Coscinodiscus</i><br>species | 16 300         | 34 500    | 1 600  | 1 600   | 1 600   | 2 800         | —       | —           | 169 000       | —           | 20 000                         | 1 600     |
| <i>Thalassiosira</i><br>„ <i>Nordenskiöldi</i>            | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | 1 320 000   | 18 040 000    | 1 377 600   | 3 010 000                      | 120 000   |
| „ <i>deciplens</i>                                        | 14 500         | v.        | —      | 7 200   | —       | —             | —       | —           | —             | —           | —                              | 800       |
| „ <i>ballica</i>                                          | 5 600          | v.        | —      | 3 600   | 2 800   | —             | 800     | 12 560 000  | 4 720 000     | 604 400     | 1 420 000                      | 61 200    |
| „ <i>gravida</i>                                          | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | —           | —             | —           | —                              | —         |
| <i>Rhizosolenia</i><br><i>hebetata</i>                    | 1 031 100      | 40 800    | —      | —       | —       | —             | —       | 23 200      | 406 400       | 308 000     | 106 800                        | 1 600     |
| „ <i>f. semispina</i>                                     | —              | —         | —      | —       | —       | 4 800         | —       | 5 200       | —             | —           | —                              | —         |
| „ <i>f. hiemalis</i>                                      | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | —           | —             | —           | Dauersporen<br>2 000<br>27 200 | —         |
| „ <i>setigera</i>                                         | 10 900         | 40 000    | —      | —       | —       | —             | —       | —           | 240 000       | 60 800      | —                              | —         |
| „ <i>alata f. genuina</i>                                 | 114 400        | 62 600    | —      | 8 000   | 4 400   | —             | —       | —           | 174 400       | 446 400     | —                              | —         |
| „ <i>fragillima</i>                                       | 38 200         | —         | —      | —       | (800 ?) | —             | —       | (800 ?)     | (80 000 ?)    | (10 000)    | —                              | —         |
| <i>Distephanus</i><br><i>speculum</i>                     | 1 800          | 40 000    | 800    | —       | —       | —             | —       | 800         | 1 800         | —           | —                              | —         |
| <i>Thalassiothrix</i><br><i>longissima</i>                | —              | —         | —      | —       | —       | —             | —       | —           | 3 600         | —           | —                              | —         |
| „ <i>nitzschoides</i>                                     | 2 160 000      | 2 280 000 | 54 400 | 153 600 | 872 000 | 32 000        | 297 200 | 204 400 000 | 1 280 800 000 | 317 000 000 | 252 600 000                    | 1 614 400 |
| <i>Actinopterychus</i><br><i>undulatus</i>                | —              | 3 000     | 800    | —       | —       | —             | —       | 800         | —             | —           | —                              | —         |

Tabelle IV. Diatomeen bei Laboe 1912/13. Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche.

15\*



| Datum                                  | 1912<br>1. III | 3. IV     | 24. IV    | 10. V   | 22. V  | 7. VI   | 22. VI         | 12. VII     | 20. VII    | 26. VII   | 23. VIII    | 11. IX      |
|----------------------------------------|----------------|-----------|-----------|---------|--------|---------|----------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| <i>Asterionella Bleakeleyi</i>         | —              | 388 000   | 260 000   | —       | —      | —       | 154 400        | —           | —          | —         | —           | —           |
| <i>Biddulphia aurita</i>               | 12 000         | 1 706 600 | 24 300    | —       | —      | —       | —              | —           | —          | 1 600     | —           | 1 800       |
| „ <i>rhombus</i>                       | —              | —         | —         | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | —           | —           |
| <i>Cerataulus turgidus</i>             | —              | —         | 80        | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | —           | —           |
| <i>Cerataulina Bergoni</i>             | —              | —         | 3 360 000 | 10 200  | 8 000  | 710 000 | 85 206 600     | 832 000 000 | 24 020 000 | 9 352 000 | 66 880 000  | 214 600     |
| <i>Ditylum Brightwelli</i>             | —              | —         | —         | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | —           | —           |
| <i>Guinardia flaccida</i>              | —              | —         | 4 000     | —       | —      | 7 200   | —              | 1 600       | —          | —         | 1 120 000   | 450 500     |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>          | —              | 720 000   | 18 400    | —       | —      | 10 000  | 37 000         | 28 000      | —          | —         | —           | —           |
| <i>Paralia sulcata</i> (Ketten)        | 12 800         | 41 300    | 2 000     | —       | 3 600  | —       | 21 000         | —           | 1 600      | 2 400     | 56 000      | 18 200      |
| <i>Melosira Borreri</i>                | —              | —         | —         | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | —           | (110 700)   |
| „ <i>Jürgensi</i>                      | —              | 58 000    | —         | —       | —      | —       | 160 000        | —           | 17 200     | —         | 195 500     | —           |
| <i>Navicula spec.</i>                  | 5 600          | 3 386 600 | 6 000     | —       | —      | 2 000   | 41 000         | 13 600      | 12 000     | —         | —           | 1 800       |
| <i>Pleurosigmaspec.</i>                | 2 000          | 25 000    | —         | —       | —      | 2 800   | 3 700          | 20 000      | 3 600      | 800       | 72 000      | 14 500      |
| <i>Nitzschia closterium</i>            | —              | —         | —         | 1 700   | —      | —       | 7 400          | 26 000      | 18 000     | 9 200     | —           | 16 300      |
| „ <i>seriata</i> (Ketten)              | —              | —         | 11 200    | —       | —      | —       | —              | 800         | —          | 800       | 17 800      | 9 000       |
| <i>Skeletonema costatum</i> (Zellen)   | 22 600 000     | 4 880 000 | —         | 800 000 | 81 600 | 800 000 | 17 078 000 000 | 117 720 000 | !          | 6 534 800 | 149 280 000 | 440 480 000 |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> (Ketten) | 8 000          | 85 000    | 120 000   | —       | 800    | 3 600   | 5 500          | 3 600       | 17 000     | 100 800   | —           | 50 000      |
| „ <i>oceanica</i>                      | —              | —         | —         | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | —           | —           |
| <i>Detonula</i>                        | 2 000          | —         | 2 000     | —       | —      | —       | —              | —           | —          | —         | 17 800      | —           |
| <i>Diatomeen spec.</i>                 | 4 000          | 26 600    | 6 000     | —       | 1 200  | 10 000  | 105 600        | 382 000     | 12 400     | 7 200     | 35 500      | 50 000      |

Tabelle V. Diatomeen bei Laboe 1912/13. Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche.



| Datum                                  | 1912<br>4. X | 4. XI    | 6. XII | 30. XII | 1913<br>24. I | 13. II | 7. III        | 27. III     | 9. IV      | 23. IV        | 10. V         |
|----------------------------------------|--------------|----------|--------|---------|---------------|--------|---------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| <i>Asterionella Bleakeleyi</i>         | —            | —        | —      | 268 000 | 26 800        | 39 000 | 19 200        | —           | 1 800      | —             | —             |
| <i>Biddulphia aurita</i>               | 32 000       | —        | 5 200  | (1 600) | (2 000)       | —      | 2 061 200     | 3 292 800   | 134 000    | 180 000       | 1 200         |
| „ <i>rhombus</i>                       | —            | —        | —      | —       | —             | —      | —             | —           | —          | —             | —             |
| <i>Cerataulus turgidus</i>             | —            | —        | —      | —       | —             | —      | —             | —           | 900        | —             | —             |
| <i>Cerataulina Bergoni</i>             | 352 000      | —        | —      | 4 400   | —             | —      | 800           | —           | —          | —             | 480 000       |
| <i>Ditylum Brightwelli</i>             | —            | —        | —      | 2 000   | —             | —      | —             | —           | —          | —             | —             |
| <i>Guinardia flaccida</i>              | 603 200      | 60 000   | 18 000 | 1 600   | —             | —      | —             | —           | —          | —             | —             |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>          | —            | —        | —      | 3 600   | —             | —      | 40 000        | (9 000)     | (6 400)    | 60 000        | 770 000       |
| <i>Paralia sulcata</i> (Ketten)        | 52 500       | 800      | 36 000 | 24 800  | 24 800        | 3 600  | 10 800        | 32 700      | 15 400     | 28 000        | 138 800       |
| <i>Melosira Borrii</i>                 | 16 000       | (25 200) | 4 400  | 8 000   | 2 800         | —      | 10 000        | 16 800      | —          | —             | —             |
| „ <i>Jürgensi</i>                      | —            | —        | —      | —       | —             | —      | —             | —           | —          | 3 600         | —             |
| <i>Navicula spec.</i>                  | 1 600        | —        | —      | —       | —             | —      | 1 600         | 1 320 000   | 20 000     | 140 000       | 5 200         |
| <i>Pleurosigmaspec.</i>                | 14 100       | 800      | —      | 1 600   | —             | —      | 800           | 16 000      | 2 000      | 1 600         | 8 000         |
| <i>Nitzschia closterium</i>            | 28 200       | 1 600    | 800    | 3 600   | 4 800         | —      | 2 800         | —           | —          | 20 000        | —             |
| „ <i>seriata</i> (Ketten)              | 29 800       | 800      | —      | —       | —             | —      | —             | —           | —          | —             | —             |
| <i>Skeletonema costatum</i> (Zellen)   | 973 200 000  | 64 000   | —      | —       | —             | —      | 2 511 600 000 | 277 200 000 | 33 240 000 | 4 424 000 000 | 1 314 800 000 |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> (Ketten) | 29 800       | 5 200    | —      | 8 000   | 2 000         | 2 800  | 30 800        | 72 000      | 33 600     | 7 200         | 37 200        |
| „ <i>oceanica</i> ?                    | —            | —        | —      | (5 200) | —             | —      | —             | —           | —          | —             | —             |
| <i>Detonula</i>                        | —            | —        | —      | 268 000 | 8 000         | 3 600  | 92 800        | 130 480     | 5 200      | 3 600         | —             |
| <i>Diatomeen spec.</i>                 | 42 300       | 2 800    | —      | 2 800   | —             | —      | 800           | 80 000      | 30 000     | 8 000         | 36 000        |

Tabelle V. Diatomeen bei Laboe 1912/13. Zellenzahl unter 1 qm Oberfläche.



macht mir den sicheren Eindruck, als ob diese Diatomee eingeschleppt würde, zumal sie nur zu Zeiten stärkerer Anfüllung der Förde mit Tiefenwasser vorkommt. Dafür sprechen auch die am 11. September unter 1 qm Oberfläche bei dem Feuerschiff Gabelsflach gezählten 40 000 Zellen.

*Rhizosolenia setigera* Btw. kommt nach Ostenfeld (60 S. 439) im Kattegat und der Beltsee das ganze Jahr über vor und dringt bisweilen auch in die Ostsee. Ihr Maximum fällt in den November und Mai, ihr Minimum in den August. Nach Lohmanns Zahlen fällt ihr Maximum in der Förde in den August. Ihre Höchstzahl 1905/06 (70 500 000 Zellen) ist recht hoch im Verhältnis zu der von mir gezählten (385 400). Dabei gibt Lohmann selbst an, daß diese Diatomee relativ gut gefangen wird; bei der Größe der Alge ist es auch kaum wahrscheinlich, daß sie zahlreich durch die Netzmaschen gehen sollte. In dem von mir unter-

| Datum        | III           | IV      | V         | VI | VII | VIII                     |
|--------------|---------------|---------|-----------|----|-----|--------------------------|
| Hensen 1884  |               |         |           |    |     | —                        |
| Hensen 1885  | 1 530 000 000 | ?       | 6 315 000 | ?  | ?   | 90 000                   |
| Lohmann 1905 |               |         |           |    |     | —                        |
| Lohmann 1906 | 16 500        | 117 000 | 7 350     | —  | —   | —                        |
| Busch 1912   | 2 400         | 432 000 | —         | —  | —   | + setigera<br>12 000 000 |
| Busch 1913   | 214 800       | 207 400 | 1 600     |    |     |                          |

| Datum        | IX        | * X    | XI        | XII   | I      | II          |
|--------------|-----------|--------|-----------|-------|--------|-------------|
| Hensen 1884  | —         | —      | 5 145 000 | —     |        |             |
| Hensen 1885  |           |        |           |       | ?      | 300 000 000 |
| Lohmann 1905 | 87 000    | 4 200  | 21 000    | 2 600 |        |             |
| Lohmann 1906 |           |        |           |       | 18 000 | 1 700       |
| Busch 1912   | 1 031 100 | 40 800 | —         | —     |        |             |
| Busch 1913   |           |        |           |       | —      | —           |

***Rhizosolenia hebetata forma semispina.*** Monatsmittel (unter 1 qm Oberfläche).

suchten Jahrgang fand ich sowohl 1912 wie 1913 eine Hauptperiode im Frühjahr. Daß während dieser Zeit eine lebhaftete Vermehrungstätigkeit vorherrschte, zeigen auch die vielen Teilungen. Auch Ostenfeld verlegt die Wucherungsperiode in das Frühjahr, den Mai. Da die Diatomee Dauersporen bildet und diese sich in dem von mir untersuchten Jahrgang nachweisen ließen, ist anzunehmen, daß *Rhizosolenia setigera* als eine in der Kieler Förde und wohl auch Beltsee indigene Art aufzufassen ist. Andererseits zeigt das Vorkommen im September und Oktober an, daß die Art auch aus dem Kattegat eingeschleppt wird. Dieser Meeresteil scheint, wie für so viele Diatomeen der Förde, ihre wahre Heimat zu sein.



*Rhizosolenia hebetata* Bail. kommt nach Ostenfeld in der Beltsee und dem Kattegat vor. Sie ist nach diesem Forscher (60 S. 442/43), wo sie erscheint, ein Anzeichen für das Vorhandensein nordischen und ozeanischen Wassers. Ihre Hochperiode liegt im Mai, in der Ostsee ist sie nur eingeschleppt gefunden worden. Sie bildet nach Gran zwei Varietäten, *forma semispina* (Hensen) und *f. hiemalis* Gran. Lohmann hat nur *f. semispina* während des Jahres 1905/06 in der Förde beobachten können. Nach ihm kam sie vom September bis

| Diatomeen                 | Coscinodiscus concinnus             | Coscinodiscus Grani    | Coscinodiscus subbulliens | Coscinodiscus radiatus | Coscinodiscus excentricus | Thalassiosira decipiens     |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 28. VI 1912 St. O I . . . | 1 100                               | 2 800                  | 8 800                     | 93 200                 | 13 200                    | 11 200                      |
| 11. IX 1912 St. O I . . . | —                                   | 16 000                 | 2 400                     | 3 200 000              | 240 000                   | 272 000                     |
| Diatomeen                 | Thalassiosira + Coscinodiscus spec. | Rhizosolenia semispina | genuina                   | forma hiemalis         | Distephanus speculum      | Thalassiothrix nitzschoides |
| 28. VI 1912 St. O I . . . | —                                   | —                      | 93 000                    | —                      | —                         | 426 400                     |
| 11. IX 1912 St. O I . . . | 56 000                              | 96 000                 | 288 000                   | 80 000                 | 240 000                   | 952 000                     |
| Diatomeen                 | Actinopterychus undulatus           | Biddulphia aurita      | Cerataulus turgidus       | Cerataulina Bergoni    | Guinardia flaccida        | Paralia sulcata             |
| 28. VI 1912 St. O I . . . | —                                   | —                      | —                         | 40 000                 | 50 000                    | —                           |
| 11. IX 1912 St. O I . . . | 40 000                              | 80 000                 | 5 400                     | 240 000                | 3 040 000                 | 240 000                     |
| Diatomeen                 | Navicula spec.                      | Pleurosigma spec.      | Skeletonema costatum      | Fragilaria crotonensis | Diatomeen spec.           |                             |
| 28. VI 1912 St. O I . . . | —                                   | —                      | 400 000                   | 800                    | 40 000                    |                             |
| 11. IX 1912 St. O I . . . | 80 000                              | 320 000                | —                         | 240 000                | 2 960 000                 |                             |

**Diatomeen bei Station O I (Gabelsflach) 1912 (unter 1 qm Oberfläche).**

in den April vor (46 S. 247). In der kleinen Tabelle Seite 118 habe ich die von Hensen 1884, Lohmann 1905/06 und mir 1912/13 gewonnenen Zahlen, auf 1 qm Oberfläche umgerechnet, zusammengestellt. In der Zusammenstellung fallen die großen Zahlen Hensens und die kleinen Lohmanns auf. Immerhin ist die Diatomee im Frühling regelmäßig und zahlreich von allen Beobachtern gefunden worden; weniger ausgesprochen ist die zweite



Wucherungszeit im Spätherbst. Da ich Teilungen in überaus großer Zahl nur im Frühling antraf, will es mir scheinen, daß die Hauptvegetationsperiode in den Frühling fällt.

Das Vorkommen im Herbst und Winter läßt sich nach meinen Zahlen sicher aus dem Eindringen schweren Kattegatwassers in die Förde erklären. *Semispina* wäre demnach eine Diatomee, die hauptsächlich aus dem Kattegat eingeführt wird, aber in dem Hafen einigermaßen gute Lebensbedingungen vorfindet. Vielleicht spricht dafür auch die am 11. September bei Laboe bedeutend höher als bei Gabelsflach gefundene Zahl. Die forma *hiemalis*, bisher in der Beltsee nicht beobachtet, habe ich im Januar und März in geringer Menge angetroffen, ohne über die Herkunft etwas Genaueres aussagen zu können.

*Rhizosolenia alata* Btw. kommt nach Ostenfeld (60 S. 449) als eurytherme und euryhaline Form im Kattegat und der Beltsee vor. Ihre Blütezeit liegt im Herbst und Sommer. Ebenso findet Lohmann eine Hochperiode im Herbst und beschreibt das Vorkommen von Auxosporen während dieser Zeit. Ich traf die Alge im Sommer und Herbst, aber auch im Frühjahr, wenigstens 1913. In der folgenden Tabelle stelle ich die von Hensen, Lohmann und mir gefundenen Werte zusammen, auf 1 qm Oberfläche umgerechnet.

| Monat | III         | IV      | V             | VI     | VII    | VIII        |
|-------|-------------|---------|---------------|--------|--------|-------------|
| 1884  |             |         |               |        |        | 435 000     |
| 1885  | 330 000 000 | ?       | 1 290 000 000 | ?      | ?      | 330 000 000 |
| 1905  |             |         |               |        |        | 5 250 000   |
| 1906  | v.          | —       | 13 950        | —      | 18 000 | 46 500      |
| 1912  | —           | —       | —             |        | 94 000 | —           |
| 1913  | 87 200      | 223 200 | —             | 24 920 |        |             |

| Monat | IX        | X         | XI         | XII         | I      | II          |
|-------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| 1884  | 945 000   | 4 650 000 | 33 000 000 | 555 000 000 |        |             |
| 1885  |           |           |            |             | ?      | 600 000 000 |
| 1905  | 4 950 000 | 5 100 000 | 1 560 000  | 72 000      |        |             |
| 1906  |           |           |            |             | 18 000 | 18 000      |
| 1912  | 114 400   | 62 560    | —          | 6 200       |        |             |
| 1913  |           |           |            |             | —      | —           |

***Rhizosolenia alata*** (Monatsmittel unter 1 qm Oberfläche).

Es ist nun wahrscheinlich, daß eine Anzahl Individuen dieser Form vom Netz nicht gefangen wird. Lohmann findet (46 S. 152), daß die Art ausreichend gut gefangen wird. Auch die Zahlen Hensens, allerdings nicht direkt mit den bei Laboe gefundenen vergleichbar, zeigen, daß wohl die Hauptmenge zurückgehalten wird. Die einzelnen Jahrgänge weisen große Verschiedenheiten auf; immerhin scheint die Ansicht Ostenfelds, daß die Blütezeit



im Sommer und Herbst liegt, auch durch diese Zahlen bestätigt. Nach dem Vorkommen an den einzelnen Fangtagen macht es mir den Eindruck, als dränge diese Art hauptsächlich aus dem Kattegat ein. Andererseits beweisen die von Lohmann gefundenen Auxosporen dieser Art, daß die Diatomee als beschränkt einheimisch in der Kieler Förde und der Beltsee angesehen werden muß.

*Rhizosolenia fragillima* Bergon habe ich mit Sicherheit nicht finden können. Lohmann beschreibt ihr Vorkommen hauptsächlich im Herbst.

*Cerataulina Bergoni* H. Perag. ist nach Ostensfeld eine eurytherme und euryhaline Form, die im Kattegat und der Beltsee, sowie auch der Ostsee vorkommt und zwei Maxima, eins im Frühling und eins im Herbst, hat. Gran (19 S. 80) rechnet diese Form zu den temperiert-atlantisch-neritischen Planktonpflanzen, die eine Hoch-Zeit hauptsächlich im Sommer und Herbst haben. Lohmann hat (46 S. 251) diese Diatomee nur ganz vereinzelt angetroffen. Kräfft beobachtet sie im selben Jahr spärlich im Kattegat. Driver findet sie hauptsächlich im November in der Beltsee; da er dasselbe Jahr wie Lohmann behandelt, entsprechen seine Befunde denen Lohmanns. Nach diesen Befunden scheint in der Tat im Jahre 1905 ein erheblicher Unterschied im Vorkommen dieser Art im Verhältnis zum Jahre 1912 vorhanden gewesen zu sein. In diesem Jahre fand ich die Diatomee in großen Mengen vom April bis zum Oktober im Hafen bei Laboe. Die Durchschnittssalzgehalte sind im Sommer 1912 etwas höher als im Sommer 1905. Ob 1912 deshalb eine vermehrte Zufuhr dieser Alge stattgefunden hat, vermag ich nicht zu sagen. Immerhin macht *Cerataulina* den *Chaetoceras*-Anstieg lebhaft mit, und es erweckt deshalb den Eindruck, als ob ihr die Lebensbedingungen im Wasser der Förde in dieser abnormen Zeit gut zusagten. Daß der Anstieg der Diatomeenmenge Ende Juni sich hauptsächlich im Kieler Hafen und der Förde abgespielt hat, zeigen auch die am 28. VI. bei Feuerschiff Gabelsflach gezählten 40 000 Zellen im Vergleich zu den am 22. bei Laboe berechneten 85 Millionen. Da die Art gerade in der ruhigsten Zeit am stärksten wuchert, scheint für sie eine Parallele zu *Skeletonema costatum* zu bestehen. Immerhin scheint das Verhalten der Diatomee im Jahre 1912 nicht die Regel zu bilden, sondern nur zu beweisen, daß diese Art am besten in ruhigem, warmem und mittelsalzigem Wasser gedeiht, wenn diesem Wasser durch vorhergehende Mischungen Nährstoffe beigegeben sind.

*Cerataulus turgidus* Ehrbg. ist nach Gran (8, XIX S. 102) eine Bodenform der südlichen Nordsee, die nur ausnahmsweise im Plankton erscheint. Jedoch haben Kräfft und Driver sie in der Beltsee, allerdings nur im Frühjahr, vereinzelt gefunden. Ich habe sie in der Kieler Förde bei Laboe nur im Frühjahr 1912 wie 1913 gesehen; ferner kam sie in etwas größerer Menge noch am 11. September bei Gabelsflach vor. An allen drei Fangtagen haben starke Aufwühlungen des Bodenwassers stattgefunden, und es erscheint mir wahrscheinlich, daß die Diatomee dadurch vom Boden, der ihre Heimat bildet, aufgerührt wurde.

*Biddulphia aurita* (Lyngb.) Bréb. stellt nach Ostensfeld (60 S. 501) eine nördliche neritische Planktondiatomee dar, die ihr Maximum im Skagerrak-Kattegat im Frühjahr hat. Sie gedeiht am besten bei relativ niedriger Temperatur und hohem Salzgehalt. Ostensfeld



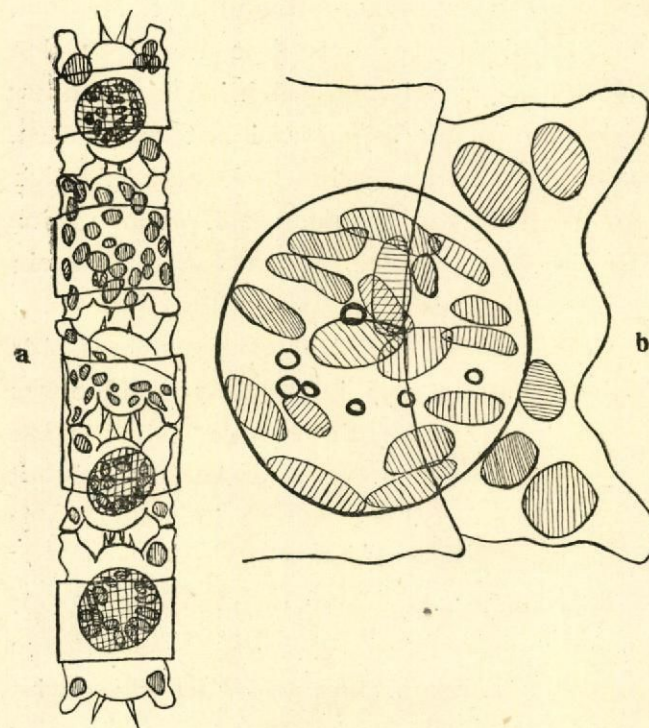
gibt als den bekömmlichsten Salzgehalt 33–36 ‰ an, als unterste Grenze 24 ‰. Merkwürdigerweise fand Lohmann (46 S. 251) die Biddulphien 1905/06 bei Laboe nur spärlich, ohne sie genauer zu bestimmen. Immerhin ist aus seinen Zahlen zu ersehen, daß die Algen hauptsächlich im Frühjahr vorkamen. Er findet im März 1906 über 6 Millionen unter 1 qm Oberfläche. Ich kann nun nicht finden, daß solch große Mengen doch gar nicht so kleiner und als Nahrung massiger Diatomeen „nicht von größerer Bedeutung“ sein sollten.

Vom Netz wird diese in langen Ketten vorkommende große Art sicher gut gefangen. Ich habe 1912 ähnliche Zahlen für diese Diatomee erhalten wie Lohmann; die höchste

Zahl war 3 300 000 Zellen. Da sie außerdem zum größten Teil während der stärksten *Chaetoceras*-Wucherung vorkommt, trägt auch dieser Umstand dazu bei, sie vollständig quantitativ durch das Netz zu erhalten.

Im Frühjahr 1913 wucherte die Alge stärker als 1912. In der übrigen Zeit kam sie nur vereinzelt vor. Dadurch wird die Angabe Ostensfelds, daß sie hauptsächlich bei geringer Temperatur gedeihe, bestätigt. Andererseits zeigt ihr zahlreiches Vorkommen im Frühjahr bei Laboe, daß *Biddulphia aurita* auch bei etwa 18–20 ‰ Salzgehalt noch recht gut gedeihen kann. Sie läßt dadurch ein Parallelgehen mit anderen scheinbar an starksalziges Wasser gebundenen Diatomeen erkennen, wie z. B. mit *Chaetoceras decipiens*.

Im Frühjahr 1913 habe ich in vielen Zellen eigenartige runde braune Kugeln zusammengeballten Protoplasmas gesehen. Schrumpfungsvorgänge schienen mir auszuschließen zu sein. Vielmehr ist wohl die Annahme einer Vor-



Figur 27.

a Kette von *Biddulphia aurita*,  
b Eine Zelle stärker vergrößert.

bereitung zur Auxosporenbildung wahrscheinlicher. Bei stärkerer Vergrößerung ließen sich noch die wohl erhaltenen Chromatophoren und Ölkugeln erkennen.

Andere *Biddulphia*-Arten habe ich nicht gefunden. Nur *Biddulphia rhombus* glaube ich im Winter gesehen zu haben, ohne es mit genügender Sicherheit behaupten zu können.

*Ditylum Brightwelli* (West.) ist nach Ostensfeld (60 S. 507) eine temperiert neritische Diatomee. Die Alge ist beim Vorkommen in der Beltsee nach diesem Forscher an den salzreichen Tiefenstrom gebunden; am besten gedeiht sie bei hohem Salzgehalt. Ihr Maximum liegt im Herbst. Lohmann (46 S. 250) fand *Ditylum* in der Kieler Förde in der 15 m-Schicht nur im Herbst und an das Eindringen von Kattegatwasser gebunden. Ich habe es nur in wenigen Exemplaren am 30. Dezember 1912 gesehen.



*Detonula*. Von dieser Diatomeengattung konnte ich in der Kieler Förde große Mengen während des Jahrganges 1912/13 beobachten. Da es mir zu mühevoll war, die Zellenzahl zu bestimmen, gebe ich nur die für die meist längeren Ketten gewonnenen Werte wieder. Ich beobachtete die Ketten (sie schienen mit großer Wahrscheinlichkeit *Detonula cystifera* zu sein) vereinzelt im Frühjahr 1912, im August und von Ende Dezember bis zum Mai 1913 kontinuierlich in recht großen Mengen. Gran (8 S. 22) gibt als Heimat dieser Alge den Limfjord in Dänemark und die südliche Küste Norwegens an. Ein Zusammenhang mit der Anfüllung der Förde mit Tiefenwasser scheint mir recht deutlich zu sein.

Da die Diatomee den allgemeinen Diatomeenanstieg im Frühjahr 1913 mitmacht, müssen ihr die Bedingungen im Hafen recht zuträglich sein. Warum sie so unregelmäßig im Plankton zu finden ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

### Pennatae.

Die Pennatae stehen an Größe und Zahl hinter den Centricae zurück. Wegen ihres zum Teil recht geringen Volumens und ihrer meist glatten länglichen Gestalt sind sie sehr befähigt, durch die Maschen der Gaze zu schlüpfen. Trotzdem werden auch die kleinen Formen noch recht zahlreich gefangen. Da diese von mir unter *Navicula*-, *Pleurosigma*- und *Diatomeen species* zusammengefaßten Diatomeen zum größten Teil aus der Schwentine in die Kieler Förde kommen und außerdem, wie Karsten (30) nachgewiesen hat, viele verschiedene schwer bestimmbare Spezies aufweisen, habe ich auf die Trennung derselben verzichtet. Genauere Werte werden erst die von Herrn Dr. Wulff gleichzeitig ausgeführten Zählungen von Zentrifugenproben geben.

Immerhin läßt sich soviel sagen, daß diese kleinen Diatomeen hauptsächlich im Frühjahr und im Sommer wuchern. Im Frühjahr werden sie wohl zum Teil durch die Schmelzwasser der Ostsee, zum Teil die der holsteinischen Seen der Förde zugeführt.

*Thalassiothrix longissima* Cleve u. Grun., von Lohmann nicht beobachtet, ist nach Ostenfeld (60 S. 408) eine nur im Nordatlantik und dem Norwegischen Nordmeer vorkommende stenohaline Diatomee. Sie ist stets ein Zeichen für nördliches Wasser und daher für Beurteilung von Strömungen wichtig. Ihre Blütezeit liegt hauptsächlich im Mai. Ich habe sie am 24. April 1912 und 27. März 1913 im Hafen in geringer Menge gefunden. An beiden Tagen war schwersalziges Wasser in der Förde. Es muß also an diesen Tagen das Wasser der Förde aus Kattegatwasser bestanden haben, dem Wasser des nördlichsten Teiles der Nordsee oder des Norwegischen Nordmeeres beigemischt war. Dadurch werden auch die obigen hydrographischen Ausführungen bestätigt.

*Thalassiothrix nitzschoides* Grun. ist nach Ostenfeld (60 S. 409) eine temperiert-neritische Planktondiatomee; sie ist eurytherm und euryhalin, hat ihr Maximum im Frühling, ihr Minimum im Sommer.



Lohmann (46 S. 255) findet bei dieser Art ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum sowie eine arme Winterzeit.

Nach Lohmann (46 S. 153) wird *Thalassiothrix* mit Seidengazennetzen noch recht gut gefangen. Ich stelle in der folgenden kleinen Tabelle die von Lohmann angegebenen Zahlen und die von mir gefundenen auf 1 qm Oberfläche umgerechnet zusammen.

|      | III         | IV          | V           | VI          | VII        | VIII       |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 1905 |             |             |             |             |            | 23 745 000 |
| 1906 | 99 750 000  | 489 300 000 | 199 800 000 | 49 485 000  | 46 950 000 | 42 180 000 |
| 1912 | 3 960 000   | 77 020 000  | 100 880     | 192 340 000 | 3 260 000  | 10 915 520 |
| 1913 | 742 600 000 | 284 800 000 | 1 614 400   |             |            |            |

|      | IX         | X          | XI         | XII        | I          | II        |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1905 | 69 135 000 | 60 150 000 | 82 980 000 | 12 900 000 |            |           |
| 1906 |            |            |            |            | 10 200 000 | 8 250 000 |
| 1912 | 2 160 000  | 2 280 000  | 54 400     | 512 800    |            |           |
| 1913 |            |            |            |            | 32 000     | 297 200   |

***Thalassiothrix nitzschioides*** (Monatsmittel unter 1 qm Oberfläche).

Auch diese Zahlen scheinen zu zeigen, daß im allgemeinen die Diatomee recht gut vom mittleren Apsteinnetz gefangen wird. Andererseits wird die Beobachtung Hensens und Lohmanns, daß in Zeiten der geringsten Diatomeenwucherung mehr von dieser Diatomee verloren geht, bestätigt.

*Thalassiothrix* machte im Jahre 1912 die Juniwucherung mit. Auch im Frühjahr 1913 wucherte sie stärker als 1912. Sie zeigt damit deutlich, daß für sie dieselben begünstigenden Momente in Frage kommen müssen, wie für manche *Chaetoceras*-Arten, sehr wahrscheinlich also die Bereicherung des Wassers mit Nährstoffen infolge von Durchmischungen und Aufsteigen des Tiefenwassers.

Sie ist als einheimisch in der Kieler Förde und wohl auch der Beltsee zu betrachten.

*Asterionella Bleakeleyi* W. Sm. findet Lohmann hauptsächlich im Winter und Frühjahr. Auch im Jahre 1912/13 konnte man sie um diese Zeit beobachten. Andererseits macht sie die Juniwucherung mit. Lohmann findet sie hauptsächlich in den oberen Schichten. Das spricht dafür, daß sie aus der Schwentine oder der Ostsee eingeführt wurde; da bei manchen *Asterionella species* das Vorkommen in Brack- und Schmelzwasser festgestellt ist, wäre dies schon möglich.



*Nitzschia closterium* W. Sm. wird wegen ihrer Kleinheit vom Netz nicht gut gefangen. Sie zeigte sich im Sommer mit vielen Teilungsformen (!) und im Winter; jedoch kam sie auch im Frühjahr vor. Lohmann findet sie im April am häufigsten.

*Nitzschia seriata* Cleve kam hauptsächlich im Herbst vor und schien aus dem Kattegat eingeschleppt zu sein. Lohmann findet ihr Maximum im August. Nach Ostfeld kommt sie in der Ostsee nicht vor, sondern im Kattegat-Skagerrak. Dort soll sie im Mai ihr Maximum haben. Doch scheint mir das Maximum im August im Jahre 1905/06 und 1912 zu beweisen, daß die Form wenigstens im Kattegat hauptsächlich im Herbst wuchert.

*Fragilaria crotonensis* A. M. Edw. ist eine Süß- und Brackwasserform. Lohmann hat sie nicht genau bestimmt. Ich fand 1912/13 in ihrem Auftreten eine Parallele mit dem Erscheinen von *Asterionella Bleakeleyi* und *Anuraea*; danach scheint es mir recht sicher zu sein, daß diese Diatomee stets das Anzeichen für beigemischtes Süßwasser ist, sei es, wie es am wahrscheinlichsten ist, für vermehrten Schwentinezufluß oder Ostseeflußwasser. *Fragilaria* fand sich hauptsächlich im Frühjahr, Sommer und Herbst, spärlicher im Winter. Nur an drei Tagen konnte die Diatomee nicht beobachtet werden. Am 30. Dezember fand ich dann noch *Fragilaria*-Ketten, die der *Fragilaria oceanica* sehr ähnlich waren.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung kurz zusammenfassend, will ich folgendes mir höchst wahrscheinliche Schema aufstellen:

| Diatomeen aus dem Kattegat stammend        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| in der Förde einheimisch                   | <i>Chaetoceras sociale</i> , <i>diadema</i> , <i>breve</i> , <i>contortum</i> , <i>debile</i> , <i>curvisetum</i> , <i>weissflogi</i> , <i>simile</i> ; <i>Skeletonema costatum</i> ; <i>Coscinodiscus radiatus</i> ; <i>Rhizosolenia setigera</i> ; <i>Thalassiothrix nitzschoides</i> .                                                                                                                                        |
| in der Förde vorübergehend gut gedeihend   | <i>Chaetoceras decipiens</i> , <i>pseudocrinitum</i> ; <i>Rhizosolenia hebetata</i> , <i>alata</i> ; <i>Cerataulina Bergoni</i> ; <i>Paralia sulcata</i> ; <i>Biddulphia aurita</i> .                                                                                                                                                                                                                                            |
| in der Förde schlecht gedeihend            | <i>Thalassiothrix longissima</i> ; <i>Actinoptychus undulatus</i> ; <i>Cerataulus turgidus</i> ; <i>Thalassiosira Nordenskiöldi</i> , wohl auch <i>gravida</i> ; <i>Leptocylindrus danicus</i> ; <i>Guinardia flaccida</i> ; <i>Coscinodiscus concinnus</i> , <i>oculus iridis</i> , <i>Grani</i> ; <i>Chaetoceras boreale</i> , <i>laciniosum</i> ; <i>Nitzschia closterium</i> , <i>seriata</i> ; <i>Ditylum Brightwelli</i> . |
| Diatomeen aus der Ostsee stammend          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| als in der Förde einheimisch zu betrachten | <i>Chaetoceras holsaticum</i> (die Art gedeiht jedoch nicht allzubest)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| in der Förde gut gedeihend                 | — —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| in der Förde schlecht gedeihend            | <i>Thalassiosira baltica</i> ; <i>Melosira</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Dazu kommen vorübergehend eingeschleppte Süßwasserformen:  
*Asterionella*; *Fragilaria*; viele *Navicula species* und *Pleurosigma spec.*



Aus dieser Zusammenstellung läßt sich ersehen, daß im Kieler Hafen ganz überragend Kattgatdiatomeen vorkommen, von denen viele die veränderten Bedingungen nicht ertragen; einige kommen im Hafen gut fort, ohne zu dem perennierenden Plankton gerechnet werden zu können, andere sind in der Förde und wohl auch der Beltsee einheimisch geworden. Ostseeformen sind meist nur hereingetrieben; nur *Chaetoceras holsaticum* zeigt sich perennierend. Aber auch diese Diatomee vermag sich nur schwer im stark salzigen Wasser der Förde zu behaupten.

Hierdurch wird aber auch der Einfluß der hydrographischen Verhältnisse des Hafens, die ich ja zum Verständnis der Herkunft der einzelnen Diatomeenformen schon mit herangezogen habe, bestätigt.

Ferner zeigen, wie ich es bei den einzelnen Arten festgestellt habe, viele, ja die meisten wichtigeren Diatomeen ein ähnliches Verhalten wie die *Chaetoceras*-Arten. Und es ist daher höchst wahrscheinlich, daß auch für ein gutes Gedeihen dieser Diatomeen dieselbe mutmaßliche Ursache, nämlich der durch Aufrühren des Bodenwassers hervorgerufene Nährstoffreichtum, in Frage kommt wie für die *Chaetoceras*-Formen.

### Peridineen.

Zu den Peridineen gehört die überwiegende Mehrzahl aller pflanzlichen Organismen des Planktons, wenn man von den Diatomeen absieht.

*Prorocentrum micans* Ehrbg. ist nach Paulsen (61 S. 289) eine temperiert-neritische Art, die in der Ostsee nicht vorkommt. Schon Hensen (21 S. 78) gibt an, daß diese kleine Peridinee nicht genügend gut vom Netz gefangen wird. Lohmann findet sie in der Kieler Förde an starksalziges Wasser gebunden (46 S. 267). Das Maximum im Vorkommen dieser Alge findet er im August und September. Dasselbe konnte ich auch im August 1912 beobachten. Es fanden sich am 23. August über drei Millionen *Prorocentrum* im Netzfang. Ich habe in der folgenden kleinen Tabelle die von mir und die auf Grund der von Herrn Dr. Wulff ausgeführten und gezählten Zentrifugenfänge berechneten Zahlen unter 1 qm Oberfläche zusammengestellt.

|                 | <b>1912</b> |           |             |             |           |             |            |            |
|-----------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|
|                 | 10. V       | 22. V     | 7. VI       | 22. VI      | 12. VII   | 20. VII     | 23. VIII   | 11. IX     |
| Netzfang . . .  | —           | 880       | —           | 5 600       | 2 000     | —           | 3 320 000  | 81 760     |
| Centrifugenfang | —           | —         | —           | (600 000)   | 2 400 000 | 10 200 000  | 78 600 000 | 24 000 000 |
|                 | <b>1913</b> |           |             |             |           |             |            |            |
|                 | 4. X        | 4. XI     | 24. I       | 13. II      | 7. III    | 27. III     | 9. IV      | 23. IV     |
| Netzfang . . .  | 26 640      | —         | —           | —           | —         | —           | —          | —          |
| Centrifugenfang | 7 800 000   | 3 600 000 | (1 200 000) | (1 200 000) | —         | (1 200 000) | (600 000)  | —          |

*Prorocentrum micans* Ehrbg. Laboe 1912/13.



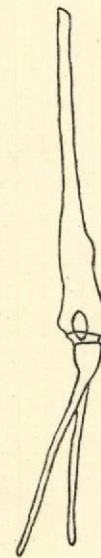
Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß in der Tat *Prorocentrum*, wie ja auch Lohmann (46 S. 153) angibt, vom Netz schlecht gefangen wird; aber anderseits zeigt es sich auch, daß der Fang wenigstens annähernd proportional geschieht. Lohmann hat 1905 und 1906 bedeutend höhere Zahlen erhalten als Dr. Wulff und ich 1912. Er findet im August 1905 ein Maximum mit über 500 Millionen Zellen, während 1912 nur 78 Millionen gezählt werden konnten.

Ganz einwandfrei erscheinen mir die Zahlen, die ich auf Grund der von Herrn Dr. Wulff ausgeführten Zentrifugenzählungen berechnet habe, nicht zu sein, da es doch eigentlich nicht angeht, aus so kleinen Proben auf eine Wassermasse unter 1 qm Oberfläche zu schließen. Immerhin scheint mir aus dem Vergleich der gefundenen Werte 1905/06 und 1912/13 hervorzugehen, daß sich 1912/13 bedeutend geringere Mengen von *Prorocentrum micans* im Kieler Hafen befunden haben. Worauf diese Erscheinung beruht, vermag ich nicht zu sagen. Eine Abhängigkeit von der stärkeren Anfüllung der Förde mit Tiefenwasser scheint besonders im August zu bestehen. Anderseits macht es den Eindruck als käme die Alge im Kieler Hafen gut fort.

*Ceratium*. Die *Ceratium*-Arten nehmen durch ihre Größe wie durch ihr massenhaftes Auftreten einen hervorragenden Platz im Phytoplankton des Meeres und speziell der Beltsee ein. In der Beltsee kommen (46 S. 267) vor: *Ceratium tripos balticum* O. F. Müller, *longipes* Bail., *macroceros* Ehrbg., *fuscus* Duj. und *furca* Duj. Größere Bedeutung gewinnen davon nur *tripos*, *longipes* und *fuscus*.

*Ceratium fuscus* ist nach Gran (19 S. 85) eine temperiert-atlantisch-ozeanische Planktonform. Nach Hensen (27, S. 141) findet sie sich östlich von Gjedser spärlicher. Er und Schütt haben bei der Planktonexpedition eine kurze dicke und eine lange dünne Form unterschieden. Auch in der Kieler Förde lassen sich diese beiden Formen finden, ohne daß ich einen Zusammenhang des Auftretens mit den einzelnen Monaten feststellen konnte. Die lange Form kam hauptsächlich im Herbst vor. Auch ein Individuum mit drei ausgebildeten Hörnern habe ich beobachten können; doch machte das dritte Horn nicht den Eindruck, als wäre es eine normale Bildung. Ähnliche Verdoppelungen von Hörnern habe ich besonders auch bei *Ceratium tripos balticum* beobachten können. Sie traten hauptsächlich in Zeiten der stärksten Wucherung auf. Lohmann findet bei *Ceratium fuscus* (46 S. 278) das Hauptmaximum Ende August bis Anfang November. Ich stelle in der folgenden kleinen Tabelle die von ihm und von mir gefundenen Zahlen zusammen.

Im allgemeinen zeigen die drei Jahrgänge zahlenmäßig recht gute Übereinstimmungen. Im Jahre 1912/13 sind die Werte jedoch meist niedriger als in den von Hensen und Loh-



Figur 28.  
*Ceratium fuscus*  
mit drei Hörnern.



|             | I         | II        | III     | IV      | V       | VI      |
|-------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Laboe 1905  |           |           |         |         |         |         |
| 1906        | 2 100 000 | 1 215 000 | 195 000 | 11 250  | 14 250  | 60 000  |
| 1912        | !         | !         | 960 000 | 124 040 | 53 600  | 946 720 |
| " 1913      | 83 200    | 7 200     | 3 200   | 5 400   | —       | !       |
| Hensen 1884 |           |           |         |         |         |         |
| 1885        | ?         | 2 400 000 | 510 000 | ?       | 100 500 | ?       |

|             | VII       | VIII       | IX         | X          | XI        | XII       |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Laboe 1905  |           | 30 000 000 | 29 550 000 | 19 500 000 | 7 050 000 | 6 450 000 |
| 1906        | 405 000   | 4 200 000  |            |            |           |           |
| 1912        | 1 520 000 | 10 000 000 | 3 128 880  | 440 000    | 100 000   | 296 000   |
| " 1913      | !         | !          |            |            |           |           |
| Hensen 1884 |           | 4 050 000  | 21 000 000 | 27 000 000 | 6 150 000 | 735 000   |
| 1885        | ?         | 1 455 000  |            |            |           |           |

**Ceratium fusus** (unter 1 qm Oberfläche, Monatsmittel).

mann untersuchten Jahrgängen. Merkwürdig ist der starke Abfall in der Bevölkerungsdichte dieser Art im Frühjahr 1913 im Vergleich zum Frühjahr 1912, während doch bei den Diatomeen ein geradezu umgekehrtes Verhalten zu beobachten ist. Da außerdem im Juni und besonders Juli 1912 eine stärker als normal vorhandene Wucherung sich feststellen läßt (offenbar ist dies ein Parallelgehen mit den meisten Diatomeen), möchte ich das verschiedene Verhalten der beiden Jahre dahin erklären, daß die Form schwachbewegtes warmes Wasser stark durchwühltem vorzieht. Denn gerade im Frühjahr 1912 sind die Wasserbewegungen bedeutend geringer als 1913 gewesen; ebenso zeichnete der Sommer 1912 sich durch die fast absolute Windstille aus. Eine deutliche Abhängigkeit von Strömungen aus dem Kattegat habe ich nicht feststellen können, jedoch dürfte der Anstieg im August zum größten Teil darauf zurückzuführen sein. Die Hauptwucherungsperiode 1912/13 liegt in dem von Lohmann (46 S. 278) angegebenen Zeitraum.

*Ceratium tripos balticum* O. F. Müller. Diese Peridinee nimmt in quantitativer Beziehung unter den Ceratien den ersten Platz ein. Sie zeigt, wie Hensen (21 S. 72) und Lohmann (46 S. 268 ff.) nachgewiesen haben, einen sehr reichen Polymorphismus. Ich habe außer der typischen Form nur noch die von Lohmann aufgestellten *forma lata* und *lineata* mitgezählt.

Lohmann (46 S. 271) fand diese Formen hauptsächlich im Herbst und sonst nur spärlich im Winter und Frühjahr. Auch 1912 konnte ich beide Formen im Herbst und wenig zahlreich am 1. März 1912 beobachten. Der am 11. September bei dem Feuerschiff Gabelsflach



| Peridineen (Laboe)           | 1912<br>1. III | 3. IV     | 24. IV  | 10. V   | 22. V                 | 7. VI                 | 22. VI                  | 12. VII                 | 20. VII   | 23. VIII                         | 11. IX     | 4. X       |
|------------------------------|----------------|-----------|---------|---------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------------|------------|------------|
| <b>Ceratium</b>              |                |           |         |         |                       |                       |                         |                         |           |                                  |            |            |
| (Gesamtzahl)                 | 1 908 720      | 475 200   | 91 280  | 248 400 | 497 200               | 1 112 800             | 2 684 400               | 4 050 800               | 1 294 800 | 60 720 000                       | 35 022 240 | 28 860 800 |
| " fusus                      | 960 000        | 244 800   | 3 280   | 80 000  | 27 200                | 271 200               | 1 622 240               | 2 380 000               | 660 000   | 10 000 000                       | 3 128 880  | 440 000    |
| " tripos                     | 946 640        | 192 000   | 8 000   | 88 480  | 172 000               | 59 200                | 502 240                 | 817 600                 | 594 800   | 50 400 000                       | 31 040 000 | 27 937 760 |
| " " f. lata                  | 1 040          | —         | —       | —       | —                     | —                     | —                       | —                       | —         | —                                | 133 360    | 221 520    |
| " " f. lineata               | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | —                       | —                       | —         | —                                | 186 640    | 77 040     |
| " longipes                   | 1 040          | 19 200    | 80 000  | 76 560  | 297 200               | 782 400               | 555 520                 | 848 800                 | 40 000    | 240 000                          | 373 360    | 147 680    |
| " macroceros                 | —              | 19 200    | —       | 3 360   | 800                   | —                     | —                       | 4 400                   | —         | 80 000                           | 142 240    | 30 720     |
| " furca                      | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | 4 400                   | —                       | —         | —                                | 17 760     | 6 080      |
| <b>Peridinium</b>            |                |           |         |         |                       |                       |                         |                         |           |                                  |            |            |
| (Gesamtzahl)                 | 7 360          | 1 880 320 | 28 800  | 10 160  | 52 400                | 18 000                | 250 960                 | 394 800                 | 33 280    | 1 297 680                        | 47 280     | 199 120    |
| " pellucidum                 | 6 320          | 1 284 800 | 10 560  | —       | 30 000                | 11 600                | 104 160                 | 22 800                  | 4 880     | + conic.<br>+ pent.<br>1 208 800 | 9 040      | 64 320     |
| " depressum                  | 1 040          | 9 680     | 17 200  | 10 160  | 10 800                | 6 400                 | 18 560                  | 8 000                   | 2 800     | 88 880                           | 36 400     | 117 600    |
| " (ovatum)                   | —              | (240 000) | (1 040) | —       | (10 000)              | —                     | (18 560)                | —                       | —         | —                                | (1 840)    | (17 200)   |
| " (pallidum)                 | —              | (5 840)   | —       | —       | —                     | —                     | (37 200)                | (3 600)                 | (6 000)   | —                                | —          | —          |
| " (conicum<br>+ pentagonum)  | —              | (340 000) | —       | —       | (1 600)               | —                     | (29 760)                | (357 600)               | —         | siehe<br>pelluc.                 | —          | —          |
| " (divergens<br>+ crassipes) | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | (16 720)                | —                       | (14 800)  | —                                | —          | —          |
| " spec.                      | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | (26 000)                | (2 800)                 | (4 800)   | —                                | —          | —          |
| <b>Dinophysis acuta</b>      | 2 080          | 125 040   | 6 320   | 1 680   | 14 560<br>Teil. 4 540 | 46 400<br>Teil. 8 160 | 359 040<br>Teil. 53 920 | 277 600<br>Teil. 75 600 | 15 600    | 213 280                          | 50 560     | 80 000     |
| " acuminata                  | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | —                       | —                       | —         | —                                | —          | —          |
| " norvegica                  | —              | —         | —       | —       | 1 840                 | —                     | —                       | —                       | —         | —                                | 122 080    | 13 280     |
| " rotundata                  | —              | —         | —       | —       | —                     | —                     | 9 280                   | —                       | —         | —                                | —          | 4 960      |
| <b>Prorocentrum</b>          |                |           |         |         |                       |                       |                         |                         |           |                                  |            |            |
| micans                       | —              | —         | —       | —       | 880                   | —                     | 5 600                   | 2 000                   | —         | 3 320 000                        | 81 760     | 26 640     |

Tabelle VI. Peridineen bei Laboe 1912/13 (unter 1 qm Oberfläche).



| Peridineen (Laboe)             | 1912<br>4. XI | 6. XII                | 30. XII   | 1913<br>24. I | 13. II    | 7. III    | 27. III                           | 9. IV                 | 23. IV              | 10. V                 | Gabels-<br>fläch 1912<br>28. VI | Gabels-<br>fläch 1913<br>11. IX |
|--------------------------------|---------------|-----------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Ceratium</b>                |               |                       |           |               |           |           |                                   |                       |                     |                       |                                 |                                 |
| (Gesamtzahl)                   | 18 571 680    | 70 533 600            | 9 926 800 | 5 315 200     | 7 187 120 | 3 650 400 | 483 440                           | 659 600               | 165 600             | 125 200               | 1 708 000                       | 92 700 800                      |
| " fusus                        | 100 000       | 472 000               | 120 000   | 83 200        | 7 200     | 6 400     | —                                 | 10 800                | —                   | —                     | 480 000                         | 3 920 000                       |
| " tripos                       | 18 448 000    | 70 052 000            | 9 796 000 | 5 232 000     | 7 168 800 | 3 626 400 | 463 200                           | 640 000               | 144 000             | 111 600               | 1 053 200                       | 88 040 000                      |
| " " f. lata                    | 4 560         | 800                   | —         | —             | —         | —         | —                                 | —                     | —                   | —                     | —                               | 20 800                          |
| " " f. lineata                 | 6 400         | —                     | —         | —             | —         | —         | —                                 | —                     | —                   | —                     | —                               | —                               |
| " longipes                     | 3 600         | 5 200                 | 6 400     | —             | 9 200     | 6 400     | 18 400                            | 8 800                 | 21 600              | 12 800                | 174 800                         | 720 000                         |
| " macroceros                   | —             | —                     | 3 600     | —             | 960       | 1 200     | —                                 | —                     | —                   | 800                   | —                               | —                               |
| " furca                        | 9 120         | 3 600                 | 800       | —             | 960       | —         | 1 840                             | —                     | —                   | —                     | —                               | —                               |
| <b>Peridinium</b>              |               |                       |           |               |           |           |                                   |                       |                     |                       |                                 |                                 |
| (Gesamtzahl)                   | 10 000        | 10 000                | 6 000     | 3 840         | —         | 12 400    | 70 800                            | 896 000               | 461 200             | 483 200               | 16 000                          | 93 280                          |
| " pellucidum                   | 3 600         | 2 800                 | 800       | —             | —         | 6 400     | 61 840                            | 435 200               | 94 000              | 440 000               | 4 800                           | —                               |
| " depressum                    | 3 600         | 800                   | 800       | 3 840         | —         | 1 200     | 3 600                             | 14 800                | 5 200               | 18 800                | 1 600                           | 70 560                          |
| " (ovatum)                     | (2 800)       | —                     | —         | —             | —         | —         | (10 880)                          | (8 800)               | (11 200)            | (10 800)              | —                               | —                               |
| " (pallidum)                   | —             | (4 560)               | (4 400)   | —             | —         | (4 800)   | (10 880)                          | (12 000)              | (8 800)             | (7 200)               | (4 800)                         | —                               |
| " (conicum<br>+ pentagonum)    | —             | —                     | —         | —             | —         | —         | (45 440)                          | (400 000)             | (328 800)           | (2 000)               | (4 800)                         | —                               |
| " (divergens<br>+ crassipes)   | —             | —                     | —         | —             | —         | —         | —                                 | (2 000)               | (1 600)             | (800)                 | —                               | (11 360)                        |
| " spec.                        | —             | (1 840)<br>(Dauersp.) | —         | —             | —         | —         | (63 200)                          | (25 200)              | (11 600)            | (3 600)               | —                               | (11 360)                        |
| <b>Dinophysis acuta</b>        | 800           | 4 560                 | 800       | —             | —         | 2 400     | Teil. 12 800<br>72 000<br>+ 1 760 | Teil. 9 200<br>60 800 | Teil. 800<br>47 200 | Teil. 4 400<br>36 000 | —                               | 80 000                          |
| " acuminata                    | —             | —                     | —         | —             | —         | —         | —                                 | —                     | —                   | —                     | —                               | —                               |
| " norvegica                    | 800           | —                     | —         | —             | —         | —         | —                                 | —                     | —                   | —                     | —                               | —                               |
| " rotundata                    | —             | —                     | —         | —             | —         | 1 200     | 1 760                             | 5 600                 | 800                 | 800                   | 2 000                           | —                               |
| <b>Prorocentrum<br/>micans</b> | —             | —                     | —         | —             | —         | —         | —                                 | —                     | —                   | —                     | —                               | 160 000                         |

Tabelle VI. Peridineen bei Laboe 1912/13 (unter 1 qm Oberfläche).



gemachte Fang zeigte mit 20 800 Exemplaren sich sehr von dem bei Laboe (320 000 Zellen) ausgeführten verschieden. Es scheint danach, als wäre das Wasser des Kieler Hafens der Bildung dieser Formen günstiger als das der freien Beltsee. Das erscheint noch wahrscheinlicher dadurch, daß bei Laboe an dem erwähnten Tage 31 Millionen, bei Gabelsflach 88 Millionen typischer *tripos*-Individuen gezählt werden konnten.

Das Maximum der *tripos*-Vegetation wurde am 6. Dezember mit 70 Millionen Zellen unter 1 qm Oberfläche erreicht. Im folgenden stelle ich die von Lohmann und Hensen veröffentlichten Werte mit den von mir gefundenen zusammen.

|             | I         | II        | III       | IV      | V       | VI        |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
| Laboe 1905  |           |           |           |         |         |           |
| 1906        | 7 050 000 | 1 800 000 | 240 000   | 60 000  | 52 500  | 2 400 000 |
| 1912        |           |           | 947 680   | 100 000 | 130 240 | 280 720   |
| " 1913      | 5 232 000 | 7 168 800 | 2 044 800 | 392 000 | 111 600 |           |
| Hensen 1884 |           |           |           |         |         |           |
| 1885        | ?         | 4 095 000 | 1 215 000 | ?       | 240 000 | ?         |

|             | VII        | VIII       | IX          | X           | XI         | XII        |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Laboe 1905  |            | 69 000 000 | 36 000 000  | 1 800 000   | 31 500 000 | 16 500 000 |
| 1906        | 16 500 000 | 40 500 000 |             |             |            |            |
| 1912        | 706 700    | 50 400 000 | 31 360 000  | 28 236 320  | 18 458 960 | 39 924 400 |
| " 1913      |            |            |             |             |            |            |
| Hensen 1884 |            | 27 000 000 | 145 500 000 | 195 000 000 | 2 250 000  | 3 900 000  |
| 1885        | ?          | 3 150 000  |             |             |            |            |

***Ceratium tripos balticum* O. F. Müller (Monatsmittel).**

Bei Betrachtung dieser Zahlen geht hervor, daß die einzelnen Jahrgänge keine allzu erheblichen Unterschiede von einander aufweisen. Nur der Herbst des von Hensen untersuchten Jahres 1884 zeigt erheblich höhere Werte als 1905 und 1912.

Die große *Chaetoceras*-Wucherung im Juni 1912 macht *Ceratium tripos* nur schwach aber doch deutlich mit und gleicht in diesem Verhalten den übrigen Ceratien. Eigentümlich aber ist es, daß sich *Ceratium tripos* abweichend von *Ceratium fusus* verhält. Während *fusus* im Frühjahr 1912 eine stärkere Wucherung aufweist, ist es bei *tripos* umgekehrt. Eine Abhängigkeit des Auftretens von *Ceratium tripos* von den hydrographischen Veränderungen der einzelnen Fangtage habe ich nicht entdecken können. Durchmischungen des Wassers scheinen keinen großen Einfluß auf das Gedeihen dieser Art und von *Ceratium fusus* auszuüben.

Eine Einfuhr von *Ceratium tripos* und *fusus*-Individuen scheint zwar stattzufinden, läßt sich aber nicht sicher nachweisen. Nur am 11. September zeigt die bedeutend höhere bei O I



gefundene Zahl die Herkunft von *Ceratium tripos* aus dem Kattegat an, während bei *fuscus* sich ein derartiger Einfluß nicht erkennen läßt.

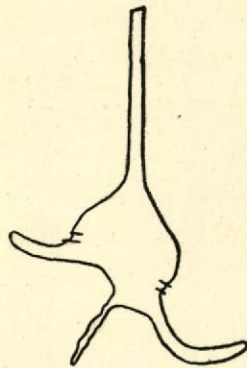
Alles in allem sind *Ceratium fuscus* und *tripos* Arten, die zum perennierenden Plankton gerechnet werden müssen und sich den besonderen physikalischen Verhältnissen der Beltsee und speziell der Kieler Förde gut angepaßt haben.

*Ceratium longipes* Bail. ist nach Gran (19 S. 52 u. 196) eine boreal-ozeanische Planktonperidinee, die in den norwegischen Küstenmeeren heimisch ist, das ganze Jahr über vorkommt und im Mai bis Juni ihre Hochperiode hat. Lohmann (46) findet sie ebenfalls das ganze Jahr über mit einem Maximum im August. Im Jahre 1912 hatte diese Art ihre Hauptwucherungsperiode von Ende Mai bis Mitte Juli und eine kleine schwächere im August-September. Lohmann fand 615 000 Zellen als Höchstzahl unter 1 qm Oberfläche, ich 848 800. Die Wucherungsperiode im Juni und Juli, besonders die am 12. Juli berechnete Zellenzahl, scheinen mir eine Beeinflussung der Art durch die stattgehabten Durchmischungen anzuzeigen. Jedoch reagiert *Ceratium longipes* darauf bedeutend langsamer als die Diatomeen. Ruhiges

Wasser scheint sie zwar auch zu ertragen, aber nicht lange, wie der plötzliche Abfall der Volksstärke am 20. Juli beweist. Möglich wäre es auch, daß ihr die hohe Temperatur nicht zusagt.

Eine deutliche Abhängigkeit von Strömungen ist nicht vorhanden. Am 11. September fanden sich jedoch bei dem Feuerschiff Gabelsflach 720 000 Exemplare unter 1 qm Oberfläche gegenüber 374 000 am gleichen Tage bei Laboe. *Ceratium longipes* zeigt damit ein übereinstimmendes Verhalten mit aus dem Kattegat an diesem Tage eingeführten Diatomeen und läßt deutlich erkennen, daß doch eine stärkere Einfuhr von *Ceratium longipes*-Individuen statthaben muß.

Somit wäre diese Peridinee als eine Planktonform zu betrachten, die der Hauptsache nach aus dem Kattegat eingeführt wird, die aber in dem Kieler Hafen recht gute Lebens-



Figur 29.

*Ceratium tripos balticum*  
mit vier Hörnern.

bedingungen vorfindet.

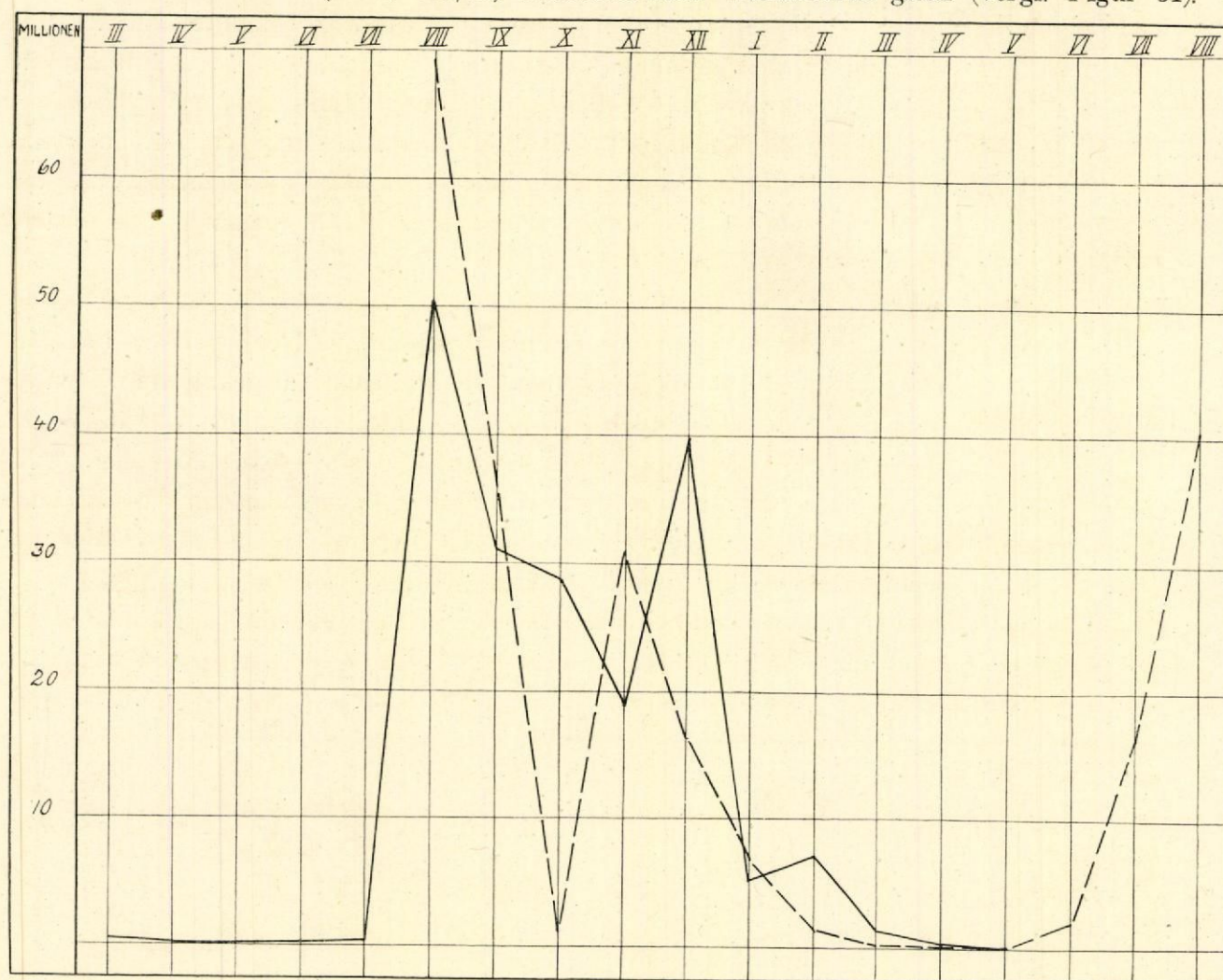
Es läßt sich außerdem ein Parallelgehen des Vorkommens dieser Art mit Diatomeen erkennen, die Gran zu der Gruppe der boreal-ozeanischen Planktonformen rechnet, so z. B. mit *Thalassiothrix longissima*, *Coscinodiscus oculus iridis* und mit der Peridinee *Dinophysis rotundata*. Jedenfalls geht *Ceratium longipes* mit *Ceratium tripos* nicht so genau parallel, wie Lohmann es annimmt.

*Ceratium furca* Duj. rechnet Gran (19 S. 197) zu den temperiert-atlantischen, ozeanischen Formen. Lohmann hat sie in der Kieler Förde nur spärlich, im Maximum mit 100 500 Exemplaren unter 1 qm Oberfläche, gefunden. Im Jahre 1912 kam sie in noch geringerer Zahl (Maximum 17 760) vor. Aber ebenso wie in dem von Lohmann untersuchten Jahrgang erschien sie im Herbst 1912 mit dem stärkeren Zustrom salzreichen



Tiefenwassers. Und da sie sonst nur spärlich auftrat, muß man annehmen, daß diese Peridinee nur aus dem Kattegat eingeschleppt hier vorkommt und daß sie im Wasser der Kieler Förde keine günstigen Existenzbedingungen vorfindet.

An einem Tage, dem 22. Juni 1912, fand ich auch eine Form, die in Größe und Gestalt der von Minkiewicz (53 S. 545/46) beschriebenen Winterform glich (vergl. Figur 31). Sie



Figur 30.

**Ceratium tripos balticum** (Millionen Zellen unter 1 qm Wasseroberfläche)

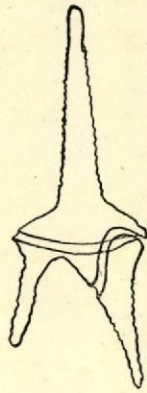
— — — Lohmann 1905/06

— — — Busch 1912/13.

war  $194\ \mu$  groß, während Minkiewicz für die Winterform Längen von 193, 218 und  $202\ \mu$ , für die längere und schmalere Sommerform aber 307 und  $370\ \mu$  angibt. Es scheint danach, als kämen diese beobachteten Temporalvarietäten auch in den nördlichen Meeren vor. Da ich während der Hauptwucherungsperiode dieser Art nur längliche Formen beobachtet habe, scheint die Ende Juni gezählte Form noch zu den Winterformen zu gehören und hier echte Temporalvariation vorzuliegen.



*Ceratium macroceros* Duj. wird von Gran (19 S. 85) zu dem temperiert-atlantischen, ozeanischen Plankton gerechnet. Lohmann (46 S. 278) findet diese Art hauptsächlich im Herbst, aber auch im Frühjahr recht spärlich. Auch im Jahre 1912 zeigte sie im Herbst mit 143 000 Zellen ihr Maximum. Sie erscheint in ihrem Vorkommen abhängig von dem Einströmen von Kattegatwasser und ist offenbar nur als eingeschleppt zu betrachten.



Figur 31.

***Ceratium furca***  
Temporalvariation.  
Winterform.

*Peridinium species.* Die einzelnen *Peridinium*-Arten lassen sich beim Zählen oft recht schwer von einander unterscheiden. Außerdem fängt das mittlere Apsteinnetz die kleineren Arten sehr unvollständig. Ich habe deshalb meistens eine größere Zahl von diesen Peridineen als unbestimmbar mit aufgezählt. Unterschieden habe ich *Peridinium pellucidum*, *depressum*, *pallidum*, *conicum* + *pentagonum*, *divergens* ± *crassipes* und unsicher *ovatum*.

*Peridinium pellucidum* Bergh kommt nach Paulsen (61 S. 276) hauptsächlich in der Ostsee, Beltsee und dem Kattegat vor. Es gedeiht bei geringem Salzgehalt am besten und hat seine Hochperiode im August. Lohmann (46, S. 282) findet es ebenfalls im August am häufigsten, aber auch im Mai beobachtet er einen Anstieg der Bevölkerungskurve. Im Jahre

1912 ließ sich ebenfalls eine, wenn auch nicht erhebliche Wucherung im August, ferner sowohl 1912 wie 1913 eine nur wenig kleinere im April feststellen.

Ich stelle im folgenden die Monatsmittel der von Lohmann und mir gefundenen Zahlen zusammen; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß Lohmanns Werte auf Grund von Filterfängen, meine durch Netzfänge gewonnen sind.

|       |      | I         | II          | III       | IV        | V          | VI        |
|-------|------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Laboe | 1905 | ?         | —           | —         | —         | 21 000 000 | 1 800 000 |
|       | 1906 | 405 000   | 135 000     | 97 500    | 315 000   | 2 145 000  | 127 500   |
| "     | 1912 |           |             | 6 320     | 647 680   | 15 000     | 57 880    |
|       | 1913 | —         | —           | 34 120    | 264 600   | 440 000    |           |
|       |      | VII       | VIII        | IX        | X         | XI         | XII       |
| Laboe | 1905 | (210 000) | 1 710 000   | 1 350 000 | 1 800 000 | 1 665 000  | 1 035 000 |
|       | 1906 | 405 000   | (390 000)   |           |           |            |           |
| "     | 1912 | 13 840    | 1 208 800*) | 9 040     | 64 320    | 3 600      | 1 800     |
|       | 1913 |           |             |           |           |            |           |

\*) = mit *conicum* + *pentagonum* zusammen.

***Peridinium pellucidum* Bergh** (unter 1 qm Oberfläche, Monatsmittel).



Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß eine ganze Anzahl dieser Alge beim Fang mit dem mittleren Apsteinnetz verloren geht. Aber anderseits macht es den Eindruck, als würde *Peridinium pellucidum* wenigstens proportional gefangen. Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Peridinee und dem Hineintrieb von baltischem Wasser scheint zu bestehen, besonders am 4. Oktober 1912, an welchem Tage die Volksstärke plötzlich in die Höhe schnellte und nach den oben dargelegten hydrographischen Verhältnissen dieses Fangtages die Kieler Förde hauptsächlich mit stark durchmischem Oberflächen-, das heißt baltischem, Wasser angefüllt ist. Ferner zeigt die relativ hohe Volkszahl am 22. Juni, daß *Peridinium pellucidum* den allgemeinen Anstieg des Pflanzenwachstums mitmacht; allerdings findet dies nur zögernd statt, und es scheint mir darin ein wesentlicher Unterschied zwischen der Diatomeen- und der Peridineenentwicklung zu bestehen.

Die Diatomeen, besonders die *Chaetoceras*-Arten, vermehren und teilen sich scheinbar bei Eintritt sehr günstiger Lebensverhältnisse rasch, fallen aber bald wieder stark ab, während die Peridineen den Anstieg zögernder vollziehen, aber länger auf der Höhe ausharren. Es scheint mir dies zum Teil darauf zu beruhen, daß die Diatomeen bei der raschen Aufeinanderfolge von Teilungen mehr Energie aufwenden und deshalb auch mehr Nahrung verbrauchen müssen, bei Ausnützung oder Geringerwerden der Nahrung bald abfallen, während die Peridineen bei ihrer langsameren Teilung auch mit weniger reichlichen Nährstoffen auskommen. Da nun die meisten Diatomeen, besonders auch die *Chaetoceras*-Arten, ihre Hauptverbreitung im Norden, die meisten Peridineen aber im Süden haben, ließe sich das verschiedene Verhalten dieser Pflanzengruppen vielleicht aus der geographischen Verteilung verstehen. Es käme eben für die Diatomeen in dem kalten Wasser der nördlichen Meere darauf an, die meist nur kurze Zeit währenden günstigen Lebensverhältnisse auch rasch und gründlich auszunutzen, während die Peridineen in dem lange Zeit gleich bleibenden Wasser wärmerer Meeresgebiete das nicht nötig haben.

*Peridinium depressum* Bailey hat nach Paulsen (61 S. 279) seinen Hauptverbreitungsbezirk in der nördlichen Nordsee und dem Skagerrak und seine Hochperiode im August. In die Ostsee dringt es nur ausnahmsweise ein. Lohmann (46 S. 282) findet das Maximum 1905 im September mit 795 000 Einzelzellen. Im Jahre 1912 erreichte die Peridinee am 4. Oktober ihre höchste Volksstärke mit 117 600 Individuen. Sie macht den Anstieg am 22. Juni nur wenig mit; am 23. August und den folgenden Fangtagen zeigt es sich deutlich, daß *Peridinium depressum* aus dem Kattegat eingeführt wird, aber sich auch im Wasser der Kieler Förde gut weiter entwickelt. Am 11. September wurden bei Gabelsflach-Feuerschiff 71 000 Individuen gezählt gegenüber 36 400 bei Laboe. Auch darin zeigt sich die Herkunft aus dem Kattegat, da ein solches Verhalten dem einer ganzen Reihe von Kattegatformen an diesem Fangtage entspricht.

Die übrigen *Peridinium*-Arten habe ich nur ungenau von einander trennen können. Ich kann deshalb auch über ihr Auftreten nichts Genaues aussagen. Nur soviel scheint mir sicher zu sein, daß *Peridinium pallidum*, das Lohmann allerdings am häufigsten im August fand, im



Frühling, und *Per. conicum* im Frühling und Herbst wahrscheinlich ihre Hauptwuchersperioden haben. Außerdem hat Herr Wulff die Liebesswürdigkeit gehabt, mir die aus Zählungen von Zentrifugenfängen von einem kleinen *Peridinium species* gewonnenen Zahlen zur Verfügung zu stellen. Ich habe sie auf 1 qm Oberfläche umgerechnet, glaube aber, daß sie wohl zu hoch sind.

| I 1906 | II        | III       | IV        | V 1905    | VI      |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| —      | 1 800 000 | 3 300 000 | 9 600 000 | 4 500 000 | 900 000 |

| VII 1905  | VIII      | IX        | X          | XI        |
|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 200 000 | 6 000 000 | 1 200 000 | 25 800 000 | 2 400 000 |

**Kleines *Peridinium species* (unter 1 qm Oberfläche, Zentrifugenzählungen).**

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß diese kleine *Peridinium*-Art ihre Hauptentwicklung im Spätherbst, eine geringere aber auch im Frühling hat. Allerdings ist es nicht sicher, ob die Art im Frühling dieselbe wie die im Spätherbst gewesen ist.

*Dinophysis*. Von diesen Peridineen werden, wie schon Hensen (21 S. 71) anführte, sehr viele durch das Netz nicht gefangen werden. Lohmann hat den Netzfangverlust genauer untersucht und findet (46), daß der größte Teil davon verloren geht, ja daß diese Planktonform sogar unproportional gefangen wird. Ich habe deshalb die von Herrn Wulff gezählten Zentrifugenproben desselben Jahrgangs mit herangezogen und stelle beide Werte in der folgenden kleinen Tabelle zusammen.

|            | V 1905    | VI         | VII        | VIII      | IX        | X         |
|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Netz       | 13 580    | 264 800    | 222 200    | 213 280   | 172 640   | 93 280    |
| Zentrifuge | 3 900 000 | 10 200 000 | 10 200 000 | 1 800 000 | (600 000) | (600 000) |

|            | XI        | I 1906    | II | III       | IV        |
|------------|-----------|-----------|----|-----------|-----------|
| Netz       | 1 600     | —         | —  | 50 380    | 64 000    |
| Zentrifuge | (600 000) | (600 000) | —  | (600 000) | (900 000) |



Ich glaube, daß die durch Zentrifugieren erhaltenen Werte zu hoch sind; außerdem scheint es mir nicht recht angängig, aus so kleinen untersuchten Stichproben Schlüsse auf das Verhalten der ganzen Wassermasse unter 1 qm Oberfläche zu ziehen. Immerhin geht aus den Zahlen hervor, daß *Dinophysis* wenigstens einigermaßen proportional gefangen wird. Allerdings scheint auch die Annahme Hensens und Lohmanns, daß bei stärkerem *Chaetoceras*-Reichtum auch mehr *Dinophysis* gefangen werden müssen, weil die den Netzporen anliegenden *Chaetoceras*-Borsten als noch feineres Filter wirken, zutreffend. Über den Netzfangverlust läßt sich aber auf Grund so geringer Zahlen nichts Genaues aussagen.

Die einzelnen Arten sind bei *Dinophysis* schwer auseinander zu halten, weil die Formen offenbar sehr variabel sind und sich nur durch ihre Größe beim Zählen sicher unterscheiden lassen. Ich habe mir diese Mühe gemacht und glaube auch zu guten Resultaten damit gelangt zu sein.

*Dinophysis acuta* Ehb. ist nach Paulsen (61 S. 256) eine hauptsächlich im Golfstromgebiet vorkommende und nur spärlich in die Beltsee verschlagene Peridinee. Er spricht die Befürchtung aus, die Art könnte mit *Dinophysis norvegica* verwechselt worden sein. Aber ich glaube nicht, daß ich mich getäuscht habe, besonders da ich jedes Individuum gemessen habe und außerdem Lohmann ein gleiches Überwiegen von *Dinophysis acuta* im Jahre 1905/06 vorgefunden hat. Er findet ein Maximum im August mit 18 150 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche. Natürlich lassen sich meine Zahlen wegen des großen Netzfangverlustes nicht ohne weiteres mit seinen vergleichen.

Im Jahre 1912 trat *Dinophysis acuta* zuerst im Frühjahr in relativ geringer Menge auf, begann am 22. Mai in größerer Zahl zu erscheinen und besonders, was aus den zahlreichen Teilungsformen hervorgeht, sich kräftig fortzupflanzen. Den allgemeinen Pflanzenanstieg am 22. Juni machte sie, nach den Netzfängen zu urteilen, lebhaft mit und hatte an diesem Tage ihr Maximum; nach den Zentrifugenfängen fiel dies jedoch schon auf den 7. Juni. Im August zeigt sich deutlich der Zustrom des Tiefenwassers und mit ihm die stärkere Einfuhr von *Dinophysis acuta*. Im Winter war sie recht spärlich und trat erst im Frühjahr 1913 wieder auf. Die lebhaften Teilungen (es kamen am 22. V. 3,2 Teilungen auf eine vegetative Zelle, am 12. VII. 3,7) zeigen besonders im Juni und Juli an, daß diese Peridinee sich unter den veränderten Bedingungen noch recht wohl befindet. Andererseits scheint mir aus dem Vergleich des Frühjahrs 1912 mit dem von 1913 und dem plötzlichen Abfallen im Juli (allerdings nur nach den Netzfängen!) vielleicht hervorzugehen, daß diese Art bewegtes Wasser ruhiger vorzieht.

*Dinophysis norvegica* Clap. u. Lachm. habe ich nur vereinzelt gefunden. An den Fangtagen zeigte sie sich deutlich als vom Kattegat eingeschleppt.

*Dinophysis rotundata* Clap. u. Lachm. wird vom Netz kaum gefangen; ich fand sie spärlich im Juni und Oktober und besonders im Frühjahr 1912.

Zusammenfassend möchte ich die in der Kieler Förde vorkommenden und vom Netzfangbaren Peridineen folgendermaßen einteilen:



---

**Peridineen** eingeschleppt aus dem Kattegat
 

---

|                                                                               |                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| und sich gut in der Förde weiter entwickelnd, als perennierend zu betrachten: | <i>Ceratium fusus, tripos balticum;</i><br><i>Peridinium depressum.</i>                                                                                                                    |
| und sich gut weiterentwickelnd, aber neuer Zufuhr bedürftig:                  | <i>Ceratium longipes;</i> (vielleicht <i>Peridinium conicum, pentagonum, divergens, pallidum, ovatum</i> und <i>species</i> );<br><i>Dinophysis acuta, rotundata; Prorocentrum micans.</i> |
| und sich schlecht weiterentwickelnd:                                          | <i>Ceratium macroceros, furca; Dinophysis norvegica, acuminata.</i>                                                                                                                        |

---

**Peridineen** eingeschleppt aus der Ostsee
 

---

|                                                           |                               |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| und sich gut entwickelnd, als perennierend zu betrachten: | <i>Peridinium pellucidum.</i> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|

---

Auch hieraus scheint mit Sicherheit hervorzugehen, daß in der Kieler Förde hauptsächlich Kattegatformen vorherrschen.

Von den sonstigen pflanzlichen Planktonten sind die Cysten, bedornte und unbedornte, Zellfäden unbestimmter Natur, *Pterosperma* und endlich *Pediastrum Boryanum* zu erwähnen. Sie alle kamen recht unregelmäßig vor. *Pediastrum* ist offenbar nur zufällig und zwar, wie aus dem Vorkommen im Frühjahr am wahrscheinlichsten ist, durch den baltischen Strom in die Förde gekommen.



| unter 1 qm<br>Oberfläche            | 1912<br>1. III | 3. IV | 24. IV | 10. V | 22. V              | 7. VI            | 22. VI | 12. VII                   | 20. VII | 26. VII                  | 23. VIII | 11. IX | 4. X |
|-------------------------------------|----------------|-------|--------|-------|--------------------|------------------|--------|---------------------------|---------|--------------------------|----------|--------|------|
| <b>Schizophyceae</b>                |                |       |        |       |                    |                  |        |                           |         |                          |          |        |      |
| Aphanizomenon (Bünd.)               | —              | —     | —      | —     | —                  | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| Nodularia spum. (Fäden)             | —              | 2 000 | 2 000  | —     | —                  | 800              | —      | —                         | 1 600   | —                        | v. —     | —      | 800  |
| Anabaena baltica                    | —              | —     | —      | —     | —                  | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| Algen (Chlorophyceae<br>etc.) spec. | —              | —     | —      | —     | Chloroph.<br>1 600 | Chloroph.<br>800 | 11 200 | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| <b>Flagellatae</b>                  |                |       |        |       |                    |                  |        |                           |         |                          |          |        |      |
| Pediastrum Boryanum                 | 1 200          | 3 840 | —      | —     | —                  | —                | —      | —                         | 1 600   | (bedornite<br>Cyste) 800 | —        | —      | —    |
| <b>Incertae sedis</b>               |                |       |        |       |                    |                  |        |                           |         |                          |          |        |      |
| Cysten glatt rund                   | —              | —     | 2 000  | 1 600 | 8 800              | 800              | 1 600  | —                         | —       | —                        | —        | 1 600  | —    |
| Pterosperma                         | —              | —     | —      | —     | 80                 | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| „ pigmentiert                       | —              | —     | —      | 1 600 | —                  | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| Zellfaden                           | —              | —     | —      | —     | —                  | 800              | —      | Faden-<br>gewirr<br>2 000 | 800     | —                        | —        | —      | —    |
| Trochiscia?                         | —              | —     | —      | —     | —                  | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |
| Trichodesmium?                      | —              | —     | —      | —     | —                  | —                | —      | —                         | —       | —                        | —        | —      | —    |

| unter 1 qm<br>Oberfläche            | 1912<br>4. XI | 6. XII                    | 30. XII | 1913<br>24. I | 13. II | 7. III    | 27. III                            | 9. IV                     | 23. IV          | 10. V  | Gabelsflach<br>1912<br>28. VI | 11. IX |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------|---------|---------------|--------|-----------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------|-------------------------------|--------|
| <b>Schizophyceae</b>                |               |                           |         |               |        |           |                                    |                           |                 |        |                               |        |
| Aphanizomenon (Bünd.)               | —             | —                         | —       | —             | —      | (20 000)? | —                                  | —                         | —               | —      | (800?)                        | 2 400  |
| Nodularia spum. (Fäden)             | —             | —                         | —       | —             | —      | —         | 1 600                              | 1 600                     | —               | 4 400  | —                             | 4 800  |
| Anabaena baltica                    | 148 000       | —                         | —       | —             | —      | —         | 1 600                              | —                         | —               | —      | —                             | —      |
| Algen (Chlorophyceae<br>etc.) spec. | —             | —                         | —       | —             | —      | —         | —                                  | —                         | —               | —      | —                             | —      |
| <b>Flagellatae</b>                  |               |                           |         |               |        |           |                                    |                           |                 |        |                               |        |
| Pediastrum Boryanum                 | —             | —                         | —       | v. —          | —      | 1 600     | —                                  | —                         | 800             | —      | —                             | —      |
| <b>Incertae sedis</b>               |               |                           |         |               |        |           |                                    |                           |                 |        |                               |        |
| Cysten glatt rund                   | —             | —                         | 800     | 80            | 80     | 2 800     | 5 600                              | 100 000                   | bedornit<br>800 | 1 600  | —                             | —      |
| Pterosperma                         | —             | —                         | —       | —             | —      | —         | —                                  | 800                       | —               | —      | —                             | —      |
| „ pigmentiert                       | —             | —                         | —       | —             | —      | —         | —                                  | —                         | —               | —      | —                             | —      |
| Zellfaden                           | —             | Faden-<br>gewirr<br>2 000 | —       | —             | —      | —         | 48 000 000<br>Fadengew.<br>144 000 | 3 600<br>Faden-<br>gewirr | —               | 12 000 | —                             | —      |
| Trochiscia?                         | —             | —                         | —       | —             | 80     | 16 000    | —                                  | —                         | —               | —      | —                             | —      |
| Trichodesmium?                      | —             | —                         | —       | —             | —      | 12 800    | —                                  | —                         | —               | —      | —                             | —      |

Tabelle VII. Schizophyceen, Flagellaten und Incertae sedis.



## Verzeichnis der benutzten Literatur.

1. Apstein, 1902, Das Plankton der Ostsee. Abhandlungen des Deutschen Seefischereivereins. Bd. VII. Berlin.
2. — , 1905, Die Schätzungsmethode in der Planktonforschung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. VIII. Kiel.
3. — , 1906, Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten. Teil I. Volumina. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. IX. Kiel.
4. — , 1908, Übersicht über das Plankton 1902—07. Die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. IV./V. Jahresbericht. Berlin.
6. — , 1910, Biologische Studie über *Ceratium tripos* var. *subsalsa* Ostf. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XII. Kiel.
7. Aurivillius, Tiergeographische Untersuchungen im Skagerrak. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar N. F. 30.
8. Brandt und Apstein, 1901 ff., Nordisches Plankton. Botanischer Teil. Kiel und Leipzig.
9. Brandt, 1892, Über Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseetieren. Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I. A. Kiel und Leipzig.
10. — , 1896, Über das Stettiner Haff. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Bd. I. Heft II.
11. — , 1897, Die Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht. Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellschaft. 7. Jahresv. Leipzig.
12. — , 1906, Die Tintinnodeen der Planktonexpedition. Atlas und Vorwort. Kiel und Leipzig.
13. — , 1907, Die Tintinnodeen der Planktonexpedition. Systematischer Teil. Kiel und Leipzig.
14. Bulletin des résultats acquis pendant les courses périodiques. 1903—05 ff. Kopenhagen.
15. Driver, 1907, Das Ostseep plankton der 4 deutschen Terminfahrten im Jahre 1905. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. X. Kiel.
16. Duc d'Orleans, 1910, Campagne Arctique de 1907 par Dr. Meunier. Bruxelles.
17. Gehrke, 1910, Beiträge zur Hydrographie des Ostseebassins. Publications de Circonst. N. 52. Kopenhagen.
18. Giesbrecht, 1877/81, Die freilebenden Copepoden der Kieler Förde. 4. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Kiel und Leipzig.
19. Gran, 1902, Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres. Bergen.
20. Hansen, 1899, Cladoceren und Cirripeden. Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. II. G. d.
21. Hensen, 1887, Über die Bestimmung des Planktons usw. 5. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Kiel.
22. — , 1890, Das Plankton der östlichen Ostsee. 6. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Kiel.
23. — , 1890, Einige Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung. Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XIV.
24. — , 1893, Mitteilung einiger Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung. Verhandl. der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte.



n für Küsten- und Hochseefischerei in der östlichen Ostsee Ende  
t der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deut-  
eipzig.

nd was weiter. Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellschaft.  
gebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung. Bd. V. O.

nachtungsprotokolle des Feuerschiffs Gabelsflach. 1912/13.

von *Skeletonema costatum* (Grev.) Grun. und ihre Abhängigkeit  
Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. Bd. III.

Bucht. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. Bd. IV.  
Kattegat und im westlichen Teile der Ostsee. Annalen d. Hydrogr.

der Salzgehalt im Kattegat und im westlichen Teile der Ostsee.  
Jahrg.

tnis der Strömungen der westlichen Ostsee. Wissenschaftliche  
Abt. Kiel. Bd. VIII.

Ost- und Nordsee mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden.  
untersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XI.

35. — , 1908, Über das Plankton der A-, B-, C-Stationen in der Elbmündung. Mitteilg. des Deutschen Seefischereivereins. Bd. 24. Berlin.
36. Krümmel 1904, Die Deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung. Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung. Heft 6. Berlin.
37. — , 1907, Handbuch der Ozeanographie.
38. Kuhlitz, 1900, Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. III.
36. Laackmann, 1908, Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. X.
40. Langlof, 1913, Untersuchungen über Küstenkonfiguration, Wind und Erdrotation. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. Bd. XV.
41. Leschke, 1903, Beiträge zur Kenntnis der pelagischen Polychaetenlarven der Kieler Förde. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. Bd. VII.
42. Levander, 1913, Cyphonautes. Bulletin trimestriel. Kopenhagen.
43. Lohmann, 1901, Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. V.
44. — , 1903, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. VII.
45. — , 1904, Eier und sogenannte Cysten der Planktonexpedition. Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. IV. N.
46. — , 1908, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. X.
47. — , 1912, Die Probleme der modernen Planktonforschung. Verhandlgn. d. Deutschen Zoolog. Gesellsch.
48. Lücke, 1912, Quantitative Untersuchungen an dem Plankton bei dem Feuerschiff Borkumriff im Jahre 1910. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XIV.
49. Meier, 1913, Über die Schwankungen des Wasserspiegels der Kieler Förde. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. Bd. XV.
50. Merkle, 1910, Das Plankton der deutschen Ostseefahrt Juli—August 1907. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XI.
51. — , 1910, Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XI.



52. Mielck, 1911, Quantitative Untersuchungen an dem Plankton der deutschen Nordseeterminfahrten im Februar und Mai 1906. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. Bd. XIII.
53. Minkiewicz, 1900, Note sur le saison-dimorfisme chez le *Ceratium furca* Duj. de la mer Noire. Zoologischer Anzeiger. XXIII. Bd.
54. Murray und Hjort, 1912, The Depth of the Ocean. London.
55. Nautisk Meteorologisk Aarbog. Kopenhagen 1912 und 1913.
56. Otten, 1913, Quantitative Untersuchungen über die Copepoden des Fehmarnbeltes und ihre Entwicklungsstadien. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. XV.
57. Oberg, 1906, Die Metamorphose der Planktoncopepoden der Kieler Bucht. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. IX.
58. Ostenfeld, 1900, Plankton i 1889. Jagttagelser over overfladevandets Temperatur, Saltholdighed og Plankton paa islandske og grønlandske Skibsrouter. Köbenhavn.
59. — , 1913, De danske farvandes Plankton. Fra Kommissionen for Havundersøgelser's Planktonlabor. Köbenhavn.
60. — , 1913, Bacillariales. Bulletin trimestriel 1913. Kopenhagen.
61. Paulsen, 1913, Peridinales ceterae. Bulletin trimestriel 1913. Kopenhagen.
62. Ruppin, 1912, Beitrag zur Hydrographie der Belt- und Ostsee. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. Bd. XIV.
63. — , 1913, Die Belt- und Ostsee im November 1912. Annalen der Hydrographie. Bd. 41.
64. Schütt, 1892, Das Pflanzenleben der Hochsee. Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I. A.
65. — , 1892, Analytische Planktonstudien. Kiel und Leipzig.
66. Steuer, 1910, Planktonkunde. Leipzig.
67. Seewarte zu Hamburg, 1906, Die Oberflächenströmungen im Kattegat, Sund und in der westlichen Ostsee. Annalen der Hydrographie.
68. Ur Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Göteborg 1912.